

HUIBERT PIETER JANSSEN

ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA RENDIMENTO DE MILHO SILAGEM EM
SUCESSÃO AO AZEVÉM PASTEJADO, PRÉ-SECADO E COBERTURA EM
SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO.

CURITIBA
2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HUIBERT PIETER JANSSEN

ADUBAÇÃO NITROGENADA PARA RENDIMENTO DE MILHO SILAGEM EM
SUCESSÃO AO AZEVÉM PASTEJADO, PRÉ-SECADO E COBERTURA EM
SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Produção Vegetal do
Departamento de Fitotecnia e
Fitossanitarismo, do Setor de Ciências
Agrárias da Universidade Federal do Paraná,
como requisito parcial à obtenção do título de
Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Aníbal de Moraes
Co-orientadora: Profa. Dra. Claudete R. Lang
Co-orientador Prof. Dr. Volnei Pauletti

CURITIBA
2009

“Muitos dos nossos sonhos parecem impossíveis, depois improváveis e depois inevitáveis”.

Christopher Reeve

DEDICO

A minha esposa, Greetje, a pessoa mais importante da minha vida, que está ao meu lado em todos os momentos, pelo amor, amizade e paciência.

Aos meus filhos, Dennis, Victor, Nick e Felipe, pelo apoio, incentivo e paciência.

A minha querida mãe, que me propiciou a possibilidade de estudar, pela paciência e compreensão da minha ausência no período da perda do meu pai.

A Astride, Marina e Eliane, pela amizade e apoio.

In memorian

Ao meu pai Isaac Janssen, agrônomo falecido durante o curso de pós-graduação, que sempre estimulou meus estudos e estaria orgulhoso.

A minha sogra Hendrikje Rabbers Groenwold, falecida durante meus estudos que sempre me incentivou a estudar.

BIOGRAFIA

HUIBERT PIETER JANSSEN, filho de Isaac Janssen e Elly Janssen Meijer, nasceu em Belém, Estado do Pará, aos 25 de março de 1955. É casado com Geertje Margriet Groenwold Janssen, é pai de Dennis Christian, Victor Estevan, Nick Clemens, e Felipe Renan.

Cursou o segundo grau nas Escolas Reunidas do Instituto Cristão (Agrícola) em Castro, Estado do Paraná, técnico em Bovinocultura de Leite pela Praktijkschool voor Veehouderij em het Weidebeheer em Friesland, Holanda. Fez curso de especialização em Nutrition for de practising nutritionist, em 1994, na Universidade McGill, em Montreal, Canadá, curso este ministrado em conjunto pela Universidade Federal do Paraná, em Curitiba. Em 2005, recebeu o grau de Bacharel em Administração de Empresas, conferido pela Faculdade de Administração de Brasília.

Ingressou como Extensionista Rural no Departamento de Assistência técnica da Cooperativa Central de Laticínios do Paraná Ltda em 1976, permanecendo até 1996, sendo transferido como Assistente Técnico para a Fundação ABC e lá ficando até 1998, quando ingressou na Cooperativa Agropecuária Castrolanda como analista técnico, onde atua até hoje.

Em fevereiro de 2007, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, que encerra com a defesa do presente trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ser meu refúgio eterno e por tudo que tem me proporcionado na vida.

Ao prof. Aníbal de Moraes, por me aceitar como orientado, pelos ensinamentos, orientação, cooperação, incentivo, amizade, principalmente pela confiança e oportunidade proporcionada.

À professora Dra. Claudette Reisdorfer Lang co-orientadora um agradecimento especial pela orientação segura, pelos ensinamentos valiosos, dedicação, confiança, amizade e valiosa colaboração na execução deste trabalho.

Ao professor Dr. Volnei Pauletti, co-orientador, amigo, por aceitar a minha participação neste projeto e pelo exemplo de pesquisador, pelos ensinamentos, colaboração, pela orientação, incentivo, apoio e enriquecimento deste trabalho.

Ao amigo e colega Hernani Alves da Silva pelo incentivo, apoio, ensinamentos e por ter sido o principal responsável pelo meu ingresso no programa de pós-graduação.

Aos amigos e colegas Eltje Loman e Igor Quirrenbach pelo apoio técnico, ensinamentos, confiança, incentivo e colaboração, que tornaram possível a realização deste projeto.

Ao gerente da Área de Negócios Carnes da Cooperativa Agropecuária Castrolanda Mauro Cesar de Farias responsável pela minha apresentação no curso, pela confiança, suporte financeiro e apoio.

Ao gerente da Área de Negócios Leite da Cooperativa Agropecuária Castrolanda Henrique Costales Junqueira, pelo suporte financeiro e apoio.

Ao presidente da Emater Arnaldo Bandeira, responsável por me indicar para a realização do mestrado, pelo incentivo e amizade.

Ao diretor comercial da Nutron Alimentos Celso Mello do Amaral, amigo, pelo apoio e incentivo.

Aos colegas de trabalho e amigos, Tarcísio Barthmeier, Sidney de Oliveira, Ivo Rodrigues, Junio Fabiano dos Santos, pela solidariedade e apoio.

Aos amigos e colegas de profissão da Nutron alimentos, Renato Palma Nogueira, Jacques Appelt, Eduardo Ribas e Carlos Osório, pela amizade, apoio, colaboração e incentivo.

Aos colegas Edson da S. Lima, Luis Carlos Costa, Janilson José Ribeiro e Adão dos Santos Lisboa pela valiosa colaboração na execução dos trabalhos de campo.

Aos professores do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, pela amigável acolhida e feliz convivência durante a realização do Curso.

A todos os funcionários técnico-administrativos do departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, pela amizade e colaboração.

Aos colegas do curso de pós-graduação, pela amizade e solidariedade demonstradas durante a realização do curso.

À Fundação ABC pelo suporte técnico, financeiro, cessão da área experimental e apoio na execução dos trabalhos.

À Nutron alimentos, pelo suporte técnico e financeiro para a execução das análises bromatológicas.

À direção da Cooperativa Agropecuária Castrolanda, que possibilitou a participação no curso e pelo apoio financeiro, sem o qual não seria possível a realização deste trabalho.

A Maria Lúcia Pompein Pessoa e Elis Marina Turini Claro pela correção, formatação e revisão deste trabalho.

A todos aqueles que, embora não mencionados, contribuíram em alguma etapa da minha vida.

SUMÁRIO

	LISTA DE FIGURAS	xi
	LISTA DE TABELAS	xiii
	RESUMO	xv
	ABSTRACT	xvi
1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	Adubação nitrogenada e produção de massa seca em azevém	3
2.1.1	Diferentes formas de utilização do azevém.....	4
	2.1.1.1 Azevém pastejado.....	4
	2.1.1.2 Azevém para cobertura	7
	2.1.1.3 Azevém pré-secado	9
2.2	POTENCIAL DE PRODUÇÃO DO MILHO PARA SILAGEM	10
2.2.1	Ponto de colheita para ensilagem	11
2.2.2	Adubação nitrogenada para produção de silagem.....	12
2.2.3	Produção de milho silagem	14
3	MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL	17
3.1.1	BALANÇO HÍDRICO	18
3.1.2	Histórico da área e análise de solo	19
3.2	Delineamento experimental.....	20
3.3	AZEVÉM - FASE I - INVERNO	22
3.3.1	Estabelecimento e formas de utilização do azevém	22
3.3.2	Implantação do azevém	22
3.3.3	Diferentes formas de utilização do azevém.....	23
	3.3.3.1 Azevém pastejado.....	23
	3.3.3.2 Azevém pré-secado	23
	3.3.3.3 Azevém para cobertura	23
3.3.4	Manejo de adubação.....	24
3.3.5	Avaliações realizadas na cultura do azevém	24
	3.3.5.1 Produção de massa seca (MS) do azevém.....	24
	3.3.5.2 Taxa de acúmulo.....	25

3.3.5.3	Fitomassa residual	25
3.4.	MILHO – FASE II - VERÃO	26
3.4.1	Estabelecimento da cultura	26
3.4.2	Adubação nitrogenada	27
3.4.3	Avaliações realizadas na cultura do milho	27
3.4.3.1	Dias para floração	27
3.4.3.2	Altura da planta	27
3.4.3.3	Diâmetro do colmo	28
3.4.3.4	Teor de nitrogênio na folha	28
3.4.3.5	Ponto de colheita.....	28
3.4.3.6	Produção de massa seca	28
3.4.3.7	Análise bromatológica	29
3.4.4	Análise estatística	29
3.4.5	Fenologia da cultura do milho, cultivado nos anos 2006/07 e 2007/08...	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	AZEVÉM - FASE I - INVERNO	31
4.1.1	Produção de massa seca.....	31
4.1.2	Taxa de acúmulo.....	31
4.1.3	Manejo da fitomassa residual.....	33
4.2	MILHO - FASE II - VERÃO.....	34
4.2.1	Produção de silagem.....	34
4.2.1.1	Dias para floração	34
4.2.1.2	Altura da planta	35
4.2.1.3	Diâmetro do colmo	37
4.2.1.4	Teor de nitrogênio na folha	39
4.2.1.5	Ponto de colheita.....	43
4.2.1.6	Produção de massa seca	44
4.2.1.7	Análise bromatológica	50
4.2.1.7.1	Proteína bruta.....	50
4.2.1.7.2	Fibra detergente neutro	53
5	CONCLUSÕES	55
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
7	REFERÊNCIAS	58

8	ANEXOS	75
---	---------------------	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Balanço hídrico segundo modelo de Penman Monteith, ocorrido no ano 2006. Fundação ABC, setor agrometeorologia. Castro – PR, (2006).....	18
FIGURA 2	Balanço hídrico segundo modelo de Penman Monteith, ocorrido no ano 2007. Fundação ABC, setor agrometeorologia. Castro – PR, (2007).....	18
FIGURA 3	Croqui da área experimental do azevém anual Fase I, submetidos a pré-secado, pastejo e para cobertura, do milho Fase II, em parcelas subdivididas, com quatro níveis de nitrogênio (0, 60,120 e 180 kg ha ⁻¹). Castro-PR, 2006 e 2007	21
FIGURA 4	Estádios de desenvolvimento e práticas de manejo da cultura de milho safra 2006/07. Castro - PR, 2006/07.....	30
FIGURA 5	Estádios de desenvolvimento e práticas de manejo da cultura de milho safra 2007/08. Castro – PR, 2007/08.	30
FIGURA 6	Altura das plantas de milho em função das diferentes formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2006/07. ...	36
FIGURA 7	Diâmetro do colmo (DC) do milho em função dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro - PR, 2006/07 e 2007/08.....	39
FIGURA 8	Teor de N foliar no milho em função das diferentes formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2006/07. ...	42

FIGURA 9	Teor de N foliar no milho em função dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2007/08	43
FIGURA 10	Rendimento de massa seca (MS) em função dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro-PR, 2006/07 e 2007/08.....	47
FIGURA 11	Teor de proteína bruta (%) na massa seca da planta inteira do milho em função das formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2006/07	52
FIGURA 12	Teor de proteína bruta (%) na massa seca da planta inteira do milho em função dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2007/08	53

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Características químicas e físicas do solo do experimento. Castro – PR, 2005 e 2007	20
TABELA 2	Data, densidade de semeadura e NPK utilizado na adubação do azevém. Castro - PR, 2006 e 2007	23
TABELA 3	Data e adubação em kg ha ⁻¹ no azevém pastejo. Castro - PR, 2006 e 2007	24
TABELA 4	Características agronômicas do híbrido utilizado no ensaio. Embrapa, 2007.	26
TABELA 5	Reação às doenças do híbrido no ensaio. Embrapa, 2007.	26
TABELA 6	Data do pastejo, produção de massa seca kg ha ⁻¹ e carga animal. Castro - PR, 2006 e 2007	31
TABELA 7	Data do corte para pré-secado, produção de massa seca kg ha ⁻¹ . Castro - PR, 2006 e 2007	32
TABELA 8	Altura de plantas de milho (cm) em função das diferentes formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2006/07 e 2007/08.....	35
TABELA 9	Diâmetro do colmo de milho (cm) em função das diferentes formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2006/07 e 2007/08.....	38
TABELA 10	Teor de nitrogênio nas folhas das plantas de milho em função das diferentes formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro - Pr, 2006/07 e 2007/08.....	40
TABELA 11	Valores médios obtidos para massa seca do milho planta inteira, em função das diferentes formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro - Pr, 2006/07 e 2007/08.....	46
TABELA 12	Valores médios obtidos para teor de proteína bruta (%) na massa seca do milho planta inteira, em função das diferentes formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro - Pr, 2006/07 e 2007/08.....	51

TABELA 13	Valores médios obtidos para teor de fibra detergente neutro (%) na massa seca do milho planta inteira, em função das diferentes formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro - Pr, 2006/07 e 2007/08.....	54
-----------	---	----

RESUMO

Na região sul do Brasil, mais especificamente nos Campos Gerais-PR, o azevém (*Lolium multiflorum* Lam) e o milho (*Zea mays* L) silagem são as duas forrageiras mais consumidas pelos animais em produção. O milho é cultivado em sucessão ao azevém, utilizado na forma de pastejo, cobertura, e como silagem pré-secada, sendo uma característica da região. Essa sucessão, com a retirada da biomassa vegetal, tanto no pastejo ou pré-secado quanto para a silagem de milho planta inteira, induz a elevadas taxas de aplicação de adubos. Em função disso, buscou-se avaliar o rendimento de milho para silagem da planta inteira, sob plantio direto, submetido a quatro níveis de nitrogênio, em sucessão ao azevém em cobertura, com pastejo e pré-secado. O local do trabalho foi a Unidade Demonstrativa de Leite da Cooperativa Agropecuária Castrolanda, município de Castro, PR. Nos anos agrícolas de 2006/07 e 2007/08 conduziu-se um experimento em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial, com parcelas sub-divididas, e quatro repetições. No inverno, nas parcelas principais, encontravam-se três formas de utilização do azevém (pastejo, pré-secado e cobertura) e no verão, nas sub-parcelas, quatro doses de N para cobertura (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹) para milho. Avaliou-se o rendimento da massa seca (MS), diâmetro do colmo, altura de plantas, teor de nitrogênio foliar, teor de proteína bruta (PB), teor de fibra detergente neutra (FDN) do milho planta inteira para silagem. Para as doses de N, verificaram-se os melhores rendimentos de MS do milho, quando foram aplicadas as maiores quantidades. Para as formas de utilização do azevém, no primeiro ano de cultivo do milho, a melhor resposta em rendimento em MS do milho ocorreu no pastejo, no segundo ano de cultivo do milho, o melhor rendimento do milho ocorreu no pré-secado. O teor de PB, em percentagem da MS da planta inteira, foi influenciado pela dose crescente de N aplicado em cobertura, independentemente da forma de utilização do azevém. O teor FDN, em percentagem da MS da planta inteira, não foi afetado pela forma de utilização do azevém nem pela dose de N. Conclui-se que milho para silagem, cultivado em sucessão ao azevém pastejado e pré-secado, são alternativas a serem adotadas em sistemas integrados de produção.

Palavras-chave: Sistemas integrados de produção, nitrogênio, azevém anual, milho silagem, plantio direto.

ABSTRACT

In the region of South Brazil, more specifically Campos Gerais in the State of Paraná, annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) and corn silage (*Zea mays* L) are the two most consumed forages by milk cows. Corn is cultivated after annual ryegrass, which was used due cover crop, grazing or for haylage, this is characteristic for the region. This succession where the forage is removed by grazing or haylage, and corn for silage from the whole plant requires high rates of fertilizers. So the aim was to evaluate corn yield whole plant for silage, cultivated under no tillage system, submitted at four nitrogen rates after annual ryegrass by grazing, haylage and cover management. The experiment was carried on at the Demonstrative Milk Unit of the Cooperativa Agropecuaria Castrolanda, at the city of Castro in the state of Paraná, in the agriculture year 2006/07 and 2007/08. The experimental design was the completely randomized block with four replications, four treatments and three different annual ryegrass managements. During the winter the annual ryegrass was managed in plots as cover crop, grazing and haylage, during the summer corn was cultivated in subplots receiving four nitrogen rates (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹) in covering system. For N rates corn dry matter (DM) production were increased by the highest rates. Corn production DM for silage after annual ryegrass grazing management had the best result at the first year, haylage management in the second year. Corn production DM for silage from the whole plant was evaluated for crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF). The CP value as percent on dry matter basis was influenced by N rates, independent on annual ryegrass management. The NDF value as percent on dry matter wasn't influenced by N rates, neither annual ryegrass management. It may be concluded that corn for silage in successive cropping after annual ryegrass grazing and haylage management can be adopted for integrated crop-livestock systems.

Key-words: Integrated crop-livestock systems, nitrogen, annual ryegrass, corn silage, no tillage.

INTRODUÇÃO

A produção de leite no Brasil foi de 19,2 bilhões de litros em 2008. Somente o Estado do Paraná produziu 1,75 bilhões de litros, sendo considerado o terceiro maior Estado produtor brasileiro. Os Campos Gerais contribuíram com 15% da produção paranaense nesse mesmo ano, e em 2007 o município de Castro, no Estado do Paraná, foi considerado o município que mais leite produziu no país.

Essa evolução da pecuária de leite no Estado do Paraná tornou-se uma realidade e incentivou os produtores a buscarem maior lucratividade e a criação de sistemas mais intensivos de produção. A alimentação é o componente mais importante para produção de leite, pois representa mais de 55% do custo total por litro. Sendo assim, a utilização de forragem durante o ano passou a ser um importante componente desse processo. Nos Campos Gerais, a silagem de milho (*Zea mays* L.) e azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) são as forrageiras mais consumidas pelos animais para produção de leite, o consumo está em torno de 60% a 80% de massa seca do total ingerida em forragens, dependendo do sistema de produção. Nos Estados do Sul: Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná, principalmente nos Campos Gerais, o milho em sucessão ao azevém pastejado e como silagem pré-secada é muito utilizada, sendo uma característica da região.

A cultura do milho, inserida na sucessão de culturas em sistema de plantio direto (SPD) é altamente dependente da adubação nitrogenada. O alto custo, além da perda dos fertilizantes nitrogenados, demanda práticas de manejo que resultem em maior eficácia da utilização de N pelas culturas. Dessa maneira, a adubação nitrogenada deve ser aquela que permita satisfazer a necessidade da cultura, com o mínimo impacto negativo ao ambiente.

Para cobertura de solo no SPD, muitas espécies de inverno estão sendo avaliadas, visando à obtenção de uma cobertura de solo que beneficie o milho cultivado em sucessão. Dentre as alternativas de cobertura do solo no inverno, no Estado do Paraná, mais especificamente em Castro, tem sido utilizado o azevém anual nos sistemas de produção em que a produção animal está intimamente associada à produção de forragens/grãos no mesmo ano agrícola. Entretanto, até o presente momento, são poucos os estudos do efeito das diferentes formas de uso da cultura do azevém sobre a produção de milho silagem.

A hipótese dessa pesquisa é saber se o milho responderá positivamente ao uso combinado do nitrogênio com as diferentes formas de utilização do azevém, o que poderá gerar maior eficiência da utilização do N e maior rendimento de milho silagem em sistemas integrados de produção.

A partir do exposto, estabelecemos os objetivos desse trabalho, que são:

OBJETIVO GERAL

Avaliar o rendimento do milho para silagem da planta inteira, sob plantio direto, submetido a quatro níveis de nitrogênio, em sucessão ao azevém em cobertura, com pastejo ou utilizada na produção de silagem pré-secada.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1) Definir a melhor forma de utilização do azevém (pastejado, cobertura e pré-secado) para a produção de silagem de milho;
- 2) Determinar a melhor dose de adubação nitrogenada na cultura de milho para produção de silagem, em função das diferentes formas de utilização do azevém;
- 3) Avaliar o valor nutritivo do milho para silagem submetido a diferentes doses de nitrogênio e cultivado após azevém cobertura, pastejado e pré-secado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Adubação nitrogenada e produção de massa seca em azevém

Para se atingir uma elevada produção de pastagem a partir de forragens, deve-se considerar os fatores solo, planta e ambiente, bem como a disponibilidade de nutrientes destinados às plantas. Para a produção de uma tonelada de massa seca, o azevém precisa dispor de 20-30 kg de nitrogênio (N), 6 – 10 kg de fósforo na forma de P_2O_5 e 25- 35 kg de potássio na forma de K_2O (LOPES et al., 2006).

Nesse aspecto, o N é um dos nutrientes absorvidos em grandes quantidades e essencial ao crescimento das plantas (LUPATINI et al., 1998). O uso de adubação nitrogenada aumenta a produção da forragem, dentro de certos limites e, conseqüentemente, aumenta a capacidade de suporte da pastagem (ALVIM et al., 1987, 1989).

Medeiros et al. (1979) estudando o efeito da adubação nitrogenada e de densidade de semeadura sobre o rendimento de sorgo de corte e pastejo, verificaram aumento significativo da produção de massa seca e da quantidade de proteína por área com o aumento da dose de N.

O azevém apresenta altas respostas ao aumento da fertilidade do solo e principalmente à adubação nitrogenada. Lupatini et al. (1993), testaram níveis de 0, 150 e 300 kg de N ha^{-1} , em cultivo de aveia +azevém. A produção de MS aumentou de 4.893 kg de MS ha^{-1} ao nível de 0 kg de nitrogênio para 10.905 kg de MS ha^{-1} para o nível de 300 kg de N.

Sobre esse aspecto, Manzani et al. (1997) afirma que é possível duplicar o teor de nitrogênio na planta, ao aumentar o nível de adubação nitrogenada de 0 para 250 kg ha^{-1} . Alvim (1981) obteve resposta em produção de forragem de azevém até 100 kg ha^{-1} de N, porém, ocorreu redução na eficiência de utilização do N com o aumento das doses. Houve, ainda, resposta linear crescente no teor e na produção de proteína bruta em função das doses de N aplicadas (0 a 150 kg ha^{-1} de N). Já Gonçalves (1979), trabalhando com a mesma espécie, obteve resposta na produção de MS somente até 50 kg ha^{-1} .

Reheul et al. (1998) na Universidade de Gent, trabalhando com doses de N e azevém durante nove anos consecutivos obteve 28 kg MS por kg N aplicado em seis cortes por ano.

Ahrens e Oliveira (1997) avaliando a produção de sementes de azevém comum, em área destinada à produção de forragem onde foram feitos cortes e aplicação de N na forma de sulfato de amônio em níveis crescentes, obtiveram efeitos positivos na produção e qualidade das sementes. Os autores concluíram também que é possível produzir sementes em áreas destinadas à produção de forragem, e o corte para o aproveitamento dessa forragem deverá ser efetuado até o início da primavera.

Entre os trabalhos produzidos sobre lotação contínua em pastagens de gramíneas de inverno, destacam-se os de Restle et al. (1993) e Lupatini et al. (1998), que utilizaram níveis crescentes de N até 300 kg ha, observando respostas lineares tanto na produção de massa seca como no ganho de peso por área.

Soares e Restle (2002) utilizando quatro níveis de N (0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹) e avaliando a eficiência do nitrogênio na forma de uréia, em pastagem de tritcale e azevém, submetida a pastejo com lotação contínua, obtiveram resposta linear crescente até 300 kg ha⁻¹ e eficiência da adubação nitrogenada de 5,83; 6,13 e 3,61 kg de MS por kg de N aplicado.

As diferentes respostas em produção e qualidade da forragem observadas nos trabalhos com níveis de adubação nitrogenada, em cortes ou pastejo, estão relacionadas, principalmente, às condições climáticas, à fonte e ao parcelamento de N, à contribuição do N do solo, bem como a influência do animal na dinâmica da pastagem e no ciclo do N nesse sistema (ASSMANN, 2002).

2.1.1. Diferentes formas de utilização do azevém

2.1.1.1. Azevém pastejado

A introdução de pastagens de azevém em sistemas agrícolas da região sul do Paraná possibilita uma série de vantagens, uma vez que o uso dessa gramínea em sistemas de pastejo permite aumento na produção de carne e leite, ocorrem melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas dos diferentes solos, além de promover a cobertura contínua do terreno (GARCIA et al., 2004).

É fato que a produção de leite a pasto é o sistema mais econômico (Holmes, 1995), já que a pastagem representa a fonte mais acessível de nutrientes em qualquer parte do mundo, principalmente em países em desenvolvimento. Além do aspecto econômico, a utilização mais racional das pastagens auxilia na preservação dos recursos renováveis e permite a produção de leite sob condições mais naturais.

Esta expressão “produção a pasto” refere-se a todas as situações em que mais de 50% de massa seca da dieta animal é obtida por meio de pastejo (ASSIS, 1997). De acordo com Moraes (1991), a região sul do Brasil está situada em uma latitude privilegiada, permitindo a utilização de espécies forrageiras tropicais e sub tropicais, bem como espécies temperadas, o que facilita a adoção de sistemas de produção animal em pastagens durante o ano inteiro.

Para Singh et al. (1991) o pastejo pode influenciar os processos de mineralização/imobilização de N, facilitando a decomposição de substratos, e a taxa de reciclagem de N resultante da deposição de urina e fezes é maior (BAUER et al., 1987).

No sistema integração lavoura pecuária (ILP), o retorno de nutrientes, via excrementos, dá-se diretamente sobre a área cultivada, eliminando, assim, a necessidade de transporte desse material (ASSMANN et al., 2002). A passagem de nutrientes pelo organismo do animal é importante via de ciclagem de nutrientes no sistema da pastagem.

As vantagens da utilização ILP são muitas, tanto para o pecuarista como para o agricultor e já bem divulgadas. Apesar disso, existe uma séria resistência na sua utilização, especialmente por parte de alguns agricultores, temerosos de que o pisoteio animal possa prejudicar a produtividade da lavoura seguinte (ASSMANN et al., 2002).

Vários estudos científicos já evidenciaram a compactação do solo pelo pisoteio dos animais, que ocorre na camada de 0 a 10 centímetros de profundidade (CORREA e REICHARDT, 1995). O grau desta compactação é influenciado pela textura do solo e a sua umidade, associados ao manejo da pastagem Leão et al. (2004), ou seja, taxa de lotação, tempo de pastejo e resíduo de forragem após o pastejo (BRAIDA et al, 2004).

No entanto, o efeito do pisoteio animal sobre as propriedades físicas do solo é limitado às suas camadas mais superficiais (BASSANI, 1996), podendo ser temporário e reversível (MORAES e LUSTOSA, 1997; CASSOL, 2003).

Flores (2004) não encontrou diferença significativa na densidade e na porosidade de um Latossolo submetido ao pastejo de inverno em pastagem constituída por aveia-preta (*Avena strigosa Schreber*) e azevém, manejada a alturas variando de 0,10 a 0,40 m. Cassol (2003) encontrou aumento na infiltração de água diretamente proporcional ao incremento da altura de resíduo da pastagem, evidenciando a degradação da qualidade do solo quando se utiliza elevada pressão de pastejo, em áreas de integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto.

Lanzanova et al. (2007) avaliando alterações em algumas propriedades físicas do solo em diferentes freqüências de pastejo a cada 14-28 dias em pastagens consorciadas de aveia preta e azevém concluíram que o pastejo não influencia a taxa de infiltração de água no solo após a cultura de milho, devido ao elevado aporte e manutenção de resíduos culturais na superfície do solo.

Entretanto vários outros estudos não encontraram efeitos deletérios do pisoteio do gado sobre a produção da lavoura subsequente, entre eles podemos citar Fraga et al. (2007) e Flores et al. (2007) avaliando a cultura de soja.

Segundo Assmann et al. (2002) a utilização de nutrientes ingeridos pelo animal é baixa, em média 65% do total dos três macronutrientes primários, N, P e K, são eliminados através da urina e fezes.

Já Spain e Salinas (1985) estimam que 75% do N, 80% do P e 85% do K que os ruminantes ingerem da forragem retornam ao pasto através das fezes e urina, e ainda admite que a retenção de nutrientes no corpo do animal seja maior na fase de crescimento e nas vacas leiteiras do que no gado de corte.

A ciclagem da biomassa, que ocorre nas fezes e urina de animais ruminantes, irá fertilizar o solo, o que representa importante fator nos processos de ciclagem de nutrientes, tanto para pecuária como para a produção de grãos (POWELL et al., 1998). A maior parte do N e K contida na urina é desperdiçada, e as fezes contêm a maior parte do fósforo que o animal não utiliza (BEETZ, 2008). De acordo com Wilkinson e Lowrey (1973) o conteúdo de nutrientes na urina é de 1,10% N, 0,004% de P e 0,96% de K e nas fezes 0,38% N, 0,08% de P e 0,18% de K.

Segundo Bal et al. (1985), 75-90% do N ingerido é excretado na urina, principalmente na forma de uréia. Cerca de 70% da urina é uréia, sendo que o N das fezes está presente em formas orgânicas, principalmente de origem bacteriana, e são menos lábeis biologicamente que a uréia. A proporção de nutrientes que é reciclada pela urina e fezes depende primeiramente da quantidade de forragem

utilizada pelos animais, bem como da composição química das partes da planta que são consumidas (MOTT, 1974; apud por MONTEIRO E WERNER, 1989).

Assmann (2001) avaliou a produção de milho cultivado sobre uma pastagem composta por aveia preta, azevém e trevo branco (*Trifolium repens* L.) com doses de N, pastejada ou não e concluiu que áreas de pastagens que receberam adubação nitrogenada no inverno apresentaram tendência em exibir maiores produtividades nas áreas pastejadas que nas áreas não pastejadas. Estas conclusões evidenciam o efeito positivo do pastejo sobre a transferência de N da pastagem para a cultura sucessora.

Consalter (1998) demonstra que a produtividade da soja não foi afetada com a entrada dos animais em pastejo no inverno em áreas destinadas à lavoura no verão, além de que durante os meses de julho a novembro, considerados meses de perda de peso dos animais na região de Guarapuava, foram obtidos elevados valores de ganho médio diário (1,098 a 1,272 kg por animal) e ganho de peso vivo 612 a 748 kg ha⁻¹.

As pastagens temperadas, quando manejadas intensamente são colhidas em várias ocasiões durante a estação de crescimento, por meio de corte ou de pastejo, e a produção de forragem anual varia, geralmente, em quantidades de 8.000 a 15.000 Kg de MS ha⁻¹ caso o fornecimento de N não seja limitante (ASSMANN, 2002).

2.1.1.2. Azevém para cobertura

A ciclagem de nutrientes é muito importante na SPD que mantêm resíduos vegetais na superfície do solo, como a adubação verde (NEME, 1996). Esse processo de adubação é uma prática agrícola milenar, cujo efeito foi reconhecido nos escritos de Teofrasto, Xenofonte, Catão, (234-149 a.C.) Columela e Virgílio (MALAVOLTA, 1976). Na verdade, o uso de plantas de cobertura de solo para o inverno tem mostrado efeito benéfico na conservação de solos. Segundo Wunsche e Denardim apud Monegat (1991), o impacto da chuva no solo sem proteção é responsável por 95% da erosão hídrica, sendo que a crosta formada na superfície tem um efeito maior na redução da infiltração de água do que o tipo de solo e a declividade do terreno.

Sendo assim, a manutenção de espécies de cobertura são uma alternativa de uso do solo durante o inverno, as quais podem fornecer elevada quantidade de palha para cultivos estivais em sistema de plantio direto (CERETTA et al., 2002; GIACOMINI et al., 2003). As alternativas de uso do solo no inverno podem afetar a emergência de diásporos de plantas daninhas no início da primavera, momento em que é realizada a semeadura do milho. Isso pode ocorrer porque a palha remanescente sobre o solo é diferente para cada forma de uso deste no inverno. Sabe-se que há correlação negativa entre quantidade de palha sobre o solo e infestação de plantas daninhas (THEISEN et al., 2000; VIDAL & TREZZI, 2004; BALBINOT Jr. et al., 2005).

A palha sobre o solo, além de dificultar a emergência, impede o crescimento de várias espécies daninhas. Isso se deve ao efeito físico de sombreamento, (RADOSEVICH et al., 1997), à redução da amplitude térmica do solo (SEVERINO & CHISTOFFOLETI, 2001), ao aumento da população de microrganismos que podem infectar diásporos de plantas daninhas (Radosevich et al., 1997) e à liberação de aleloquímicos (TREZZI & VIDAL, 2004).

Segundo Wildner e Dadalto (1992) a utilização de plantas de cobertura durante o período de entressafras proporciona melhoria da capacidade produtiva do solo, favorece sua estruturação e fornece nutrientes para a sua sucessão. A palha de azevém possui elevado potencial em suprimir a emergência e o crescimento de plantas daninhas estivais (BALBINOT Jr et al., 2005), promove a manutenção e até mesmo o aumento nos teores de matéria orgânica do solo (CALEGARI et al., 1992).

Um dos fatores imprescindíveis para o sucesso do SPD é a presença de cobertura morta, já que os restos de culturas anteriores têm importante papel na redução das perdas de solo e água, além de contribuir para a diminuição de temperatura do solo durante o verão (BRAGAGNOLO e MIELCNIZUC, 1990; DEBARBA e AMADO, 1997; ROMAN e DIDONET, 1990).

Para Entz et al. (2002), o cultivo de pastagens no inverno pode gerar renda em decorrência da maior produção de carne e leite, além de proporcionar vantagens, como melhoria das propriedades químicas e biológicas do solo, quando o sistema é manejado adequadamente.

Nesse contexto, na região Sul do Brasil, a utilização do solo no inverno, com consórcio de espécies para cobertura do solo, sem pastejo, permite alta produção de

palha para proteção do solo no verão, reduzindo a infestação de plantas daninhas na cultura de milho semeada em sucessão (CARVALHO et al., 2007).

2.1.1.3 Azevém pré-secado

O processo que origina silagem pré-secada consiste no corte da planta seguido do pré-murchamento, até que o material atinja de 30 a 45% de massa seca, recolhida dentro do silo e compactada (VANBELLE et al., 1983). A silagem é um produto resultante de um processo específico de anaerobiose (ausência de oxigênio) por acidificação de material verde vegetal (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004).

A ensilagem é um processo de conservação de material úmido de origem vegetal onde ocorre principalmente fermentação anaeróbica devido a presença de açúcares de preferência ácido láctico. Ensilar tem como objetivo final conservar os componentes nutritivos com o mínimo de perda (PEREIRA & REIS, 2001) e sem danos para a saúde e desempenho animal através de seu consumo (VANBELLE et al., 1983).

De acordo com Briggs et al. (1961), silagem de boa qualidade, sem necessidade do uso de aditivos, resulta quando a umidade está entre 60-72%. Abaixo de 60% podem ocorrer mofos, e acima de 72% pode ocorrer fermentação de putrefação, resultando em grande perda de massa seca. Neste sentido Weeks e Yegain (1965) mencionam perdas de 1,8 e 30% quando o material foi ensilado com 70 e 82% de umidade, respectivamente.

O teor de MS da silagem determina, de forma indireta a quantidade de água existente nela contida. Uma silagem é considerada pré secada quando o teor de MS se encontra entre 35-45% (DE BRABANDER, 1991).

Segundo Christianen et al. (2002), o teor de massa seca na ensilagem de gramíneas é uma importante medida e dependente do clima. Os mesmos autores afirmam que a forrageira no estágio vegetativo necessita mais secagem.

Para a produção de silagem, Lopes et al. (2006) recomendam o corte no início da elongação, não devendo ultrapassar o espigamento médio. É adequado que o corte da forragem seja feito entre 6 a 8 cm do solo, para que a rebrota e consequente produção de massa seca no corte seguinte não sejam prejudicadas (JANSSEN e GIARDINI, 1995).

A qualidade nutritiva da silagem é definida no momento do corte da forragem para ensilagem, uma vez que a fermentação láctica causa mínima influência na composição nutritiva e digestível do produto (COOMANS, 1999).

Para Geel (2003), a extração de nutrientes com cortes sucessivos da pastagem para silagem é maior quando comparado ao pastejo. Por outro lado também ocorre extração de nutrientes por meio do leite e do ganho de peso.

2.2. POTENCIAL DE PRODUÇÃO DO MILHO PARA SILAGEM

Das espécies forrageiras mais utilizadas na produção de silagens, o milho é o que fica em primeiro lugar, em função do seu alto conteúdo energético, facilidade de mecanização na ensilagem e alta produção de massa seca (GRIEVE et al., 1980).

O milho para ensilagem pode ser cortado com 102 a 119 dias, dependendo do híbrido. O estágio de crescimento em que se obtêm os melhores rendimentos e a melhor qualidade nutritiva é quando a planta atinge 28 a 35% de massa seca (JOHNSON E MCCLURE, 1968). Em relação à qualidade e à produção de massa seca, ambas estão diretamente relacionadas à espiga e à parte vegetativa da planta.

Na silagem de milho, a planta inteira é colhida e ensilada. Quanto à utilização de silagem, Fancelli e Dourado Neto (2000) comentam que é a forma mais adequada para a conservação de alimentos produzidos na estação, além de favorável ao desenvolvimento das principais espécies vegetais empregadas na alimentação animal. Essa estratégia permite dispor de alimento volumoso para os rebanhos durante o período de estacionalidade de produção das plantas forrageiras (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000; CRUZ et al., 2001).

A produção de algumas variedades de milho tem apresentado um rendimento médio de 11,7 t ha⁻¹ de massa seca, variando de 9,7 a 14,0 t ha⁻¹, com a silagem apresentando 4% a 7% de proteína bruta (VILELA, 1985). Nos Campos Gerais, mais especificamente nos municípios de Arapoti, Carambeí e Castro, a produção de silagem de milho da planta inteira, aumentou nas últimas décadas de 9 para 22 t ha⁻¹ de MS em uma área que passou de 3.327 para 11.255 ha no ano 2002/03 para o ano 2008/2009, (FUNDAÇÃO ABC, 2009 dados não publicados), conforme pode ser observado no Anexo 1. Esse aumento de 15 a 20 t ha⁻¹ de MS pode ser explicado pela melhora genética dos híbridos, manejo e fertilidade de solo, por outro lado o

aumento de área ocorreu principalmente pela capacidade em alimentar mais animais adultos (UA) ha⁻¹.

Resende (1997) recomenda plantas de menor porte, com maior percentagem de grãos, 40 a 50% na massa seca total ao atingirem o ponto ideal de maturação de grãos para ensilagem. Segundo Fancelli (2004), o potencial de produção é definido na emissão da quarta folha, podendo se estender até a sexta folha.

2.2.1. Ponto de colheita para ensilagem

O princípio básico da conservação da forragem na forma de silagem é a fermentação, que promove a preservação do máximo dos nutrientes nela contidos (FERREIRA, 2001). Para se obter uma fermentação láctica, é importante que as bactérias que a promovem tenham condições propícias de desenvolvimento, entre os quais a anaerobiose é uma das mais importantes (FERREIRA, 2001).

Vários critérios podem ser adotados em relação à determinação do ponto ideal de colheita da planta de milho para ensilagem. Em geral, o objetivo do sistema de produção é atingir o equilíbrio entre produção de massa seca ha⁻¹ e o maior valor nutritivo da forragem.

Nussio (1991) relatou que o ponto ideal de massa seca para ensilagem estaria em torno de 33 a 37% Cruz (1998) afirmou que o teor ideal de MS seria entre 28 e 33% Shaver (1997) determinou que entre 30 a 35% é o momento ideal. Bal et al., (1997) observou melhor desempenho em vacas alimentadas com milho ensilado com 2/3 de linha de leite no grão. Segundo Wiersma et al. (1993), Johnson and McClure (1968) e McCullough (1970), o teor de MS recomendado para ensilagem está na faixa de 30 a 40%. Dentro dessa faixa, o teor pode variar de acordo com o tipo de silo. Sulc et al. (1996) recomendam para silo tipo trincheira de 30 a 35%, para tipo superfície de 28-35% e para tipo torre de 32-40%.

A identificação do ponto de ensilagem tem sido feita em vários trabalhos de pesquisa, pois, se o milho for ensilado antes do estágio adequado, haverá perdas na produção total de massa seca e, se for ensilado após o momento adequado, a qualidade e o valor nutritivo serão reduzidos (GIARDINI et al., 1976).

2.2.2. Adubação nitrogenada para produção de silagem

O nitrogênio ocupa posição de destaque entre os nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas (FONTOURA, 2005). A adubação nitrogenada tem um papel importante por ser o N o elemento absorvido em maiores quantidades pelo milho, mas principalmente, pela dificuldade de avaliar sua disponibilidade no solo devido às múltiplas reações a que esta sujeito mediadas por microorganismos e afetadas por fatores climáticos de difícil previsão (FANCELLI e DOURADO NETO, 2005). O N esta presente no solo predominantemente na forma orgânica (mais de 95%) sendo somente uma pequena parte mineralizada pela microbiótica do solo durante o ciclo de uma determinada cultura (CAMARGO et al., 1999).

A complexidade das reações do N no solo dificulta o diagnóstico da sua disponibilidade para as plantas com base na análise do solo, ao contrário do que ocorre, com sucesso, para as determinações de acidez e de outros nutrientes, inclusive micronutrientes (FANCELLI e DOURADO NETO, 2005). O uso do teor de matéria orgânica ou, indiretamente teor de N total do solo para recomendação de adubação nitrogenada pressupõe a liberação de uma porcentagem mais ou menos constante de N do solo para as culturas, razão porque esse índice é pouco usado. (CANTARELLA, 1988).

Amado e Mielniczuk (2000), avaliando a mineralização do N total no sistema convencional, preparo reduzido e SPD, observaram que a mineralização do N total do solo durante o ciclo do milho foi maior no sistema convencional e preparo reduzido que no SPD, sendo que a disponibilidade de N das culturas de cobertura foi influenciado pela quantidade total de N e relação C/N da fitomassa.

Devido às dificuldades de se utilizar a análise de solo para recomendação da adubação nitrogenada do milho, dois critérios empregados são: a produtividade esperada e o histórico da área. Este último geralmente não é definido com precisão, mas leva em conta que características do solo tais como textura, além da cultura anterior, podem interferir na eficiência de uso do N aplicado ou contribuir mais ou menos com fornecimento de N para o milho (FANCELLI e DOURADO NETO, 2005).

Para a cultura do milho, segundo Pauletti (1998), são necessários em torno de 25 kg de N para produzir uma tonelada de grãos, sendo o nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura e que, normalmente, proporciona elevados incrementos no rendimento. Para produção de silagem são necessários 115 kg N e

69 kg de K para 11,6 ton de massa seca ha^{-1} (COELHO et al., 1995). A exigência das culturas por nutrientes não pode ser inferida somente a partir da extração total, principalmente pela existência de picos de máxima absorção pela planta (FANCELLI e DOURADO NETO, 2005).

O acúmulo de massa seca do milho se processa de forma contínua até a maturidade dos grãos, existindo período de acumulação mais intensa próximo ao florescimento (SAYRE, 1948; HANWAY, 1962 e HAY et al., 1953). Para a maioria das cultivares a taxa de absorção do N é acentuada em período anterior ao florescimento (Sayre, 1948; Hay et al., 1953), e para genótipos modernos, podem ocorrer dois picos de absorção, um antes do florescimento e outro durante o enchimento dos grãos (KARLEN et al., 1998).

Nas condições brasileiras a quantidade de N acumulada até o florescimento está entre a metade e 2/3 do total (ANDRADE et al., 1975; ULHOA, 1982; DUARTE et al., 2003).

A resposta das culturas à adubação nitrogenada está associada ao histórico da área, sistema de cultivo, manejo e fertilidade do solo, intensidade e distribuição de chuvas, luminosidade e práticas culturais, como, por exemplo, o controle de plantas daninhas (FRANÇA et al., 1994).

Fernandes et al. (1998) trabalhando em três sistemas de preparo e quatro doses de N em cobertura 0, 60, 120 e 240 kg ha^{-1} , em solo de cerrado, verificaram que os dados de produção de grãos e de palhada se ajustaram às funções quadráticas em relação às doses de N, sendo que a máxima produção de grãos foi obtida nas doses de N, variando de 147 a 168 kg ha^{-1} , dependendo do sistema SPD, aiveca ou arado de disco, o que atingiria produtividades de 4.640 a 6.177 kg ha^{-1} de grãos. Lang (2004), ao trabalhar com a inclusão ou não de pastejo, bem como adubação nitrogenada da pastagem no inverno, encontrou resposta de produtividade crescente em áreas sem pastejo e sem adubação nitrogenada no inverno.

Com a introdução de leguminosas na rotação de culturas, pode-se aumentar a disponibilidade de N e favorecer a cultura posterior, como o milho, podendo se reduzir a adubação nitrogenada no milho pós-leguminosas (AMADO et al., 2002). Fontoura (2005), quando avaliou o rendimento de grãos de milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de solo no inverno, em três níveis de N (0, 100 e 200 kg ha^{-1}), verificou produção 40 e 25% superiores em relação ao obtido sobre as gramíneas.

Assmann (2001) e Assmann et al. (2001) trabalharam com áreas pastejadas e concluíram que a aplicação de adubações nitrogenadas no inverno (200 kg ha^{-1}) foram suficientes para assegurar um ganho de 501 kg ha^{-1} de peso vivo, e ainda, na seqüência, uma produtividade média de 9.000 kg ha^{-1} de grãos de milho, sem que houvesse necessidade de aplicação de N de cobertura na cultura de verão.

Assmann (2001) avaliou o efeito de diferentes doses de N aplicadas sobre pastagem de inverno, com e sem trevo, associado sobre a resposta na cultura do milho e concluiu que é possível dispensar a adubação nitrogenada no milho quando a pastagem de inverno que antecedeu a lavoura foi bem adubada com N.

Outro aspecto que deve ser levado em conta quando se calcula a dose de N para repor o nutriente removido pela cultura é a eficiência de utilização do elemento pelo milho (FANCELLI e DOURADO NETO, 2005). No Brasil, foram estimadas as seguintes taxas de recuperação de N pelo milho, utilizando fertilizantes marcados com ^{15}N : Neptune (1997): 40 a 58%; Coelho et al. (1991): 56%; Lara-Cabezas et al. (2000): < 30% para uréia.

2.2.3. Produção de milho silagem

De acordo com dados da Federação de Plantio Direto (2005/06), o SPD é adotado em 25,5 milhões hectares da área cultivada com grãos, contra 46 milhões de hectares da área total, no mesmo período (IBGE, 2008). O sistema de plantio direto é caracterizado pelo não revolvimento do solo, preservando, dessa forma, os resíduos vegetais da cultura anterior sobre a superfície do terreno, um componente importante desse sistema. No Brasil, o SPD foi introduzido nos Campos Gerais a partir da década de 70, visando reduzir perdas de solo ocasionadas por processos erosivos (MOLIN, 2008).

A seleção de culturas, bem como sua sucessão, foi se adequando à região com sucesso, fundamentado no princípio da maximização de cobertura do solo para controle de erosão e na minimização de doenças. As culturas de inverno, não econômicas, foram selecionadas com o propósito principal de proteção do solo contra a erosão e controle de doenças, tornando o sistema produtivo ocioso nesse período do ano (MOLIN, 2008). Um levantamento realizado na região centro-leste do Estado do Paraná, na safra de 2001, revelou que, aproximadamente 54% da área

cultivada com culturas de inverno, permanecem sem exploração econômica (MOLIN, 2008).

O acúmulo de matéria orgânica (MO) ou carbono (C), nas camadas superficiais do solo, é função do maior aporte de fitomassa no SPD, em sucessão ou rotação de culturas, e de diversos fatores associados à redução da taxa de mineralização da MO, dentre eles a preservação da estrutura do solo, que protege fisicamente frações da MO contra ataque microbiano, além da redução da amplitude de temperatura no solo, que determina menor atividade biológica (SÁ, 2001).

Com relação ao N, espera-se que os solos sob SPD que apresentem acúmulo de MO nas camadas mais superficiais, acumulem também N, uma vez que 95% ou mais do total de N no solo encontra-se sob formas orgânicas (CAMARGO et al., 1999). No entanto isso não implica necessariamente em maior disponibilidade deste nutriente no SPD. O fator determinante da disponibilidade de N após adoção do SPD é o balanço entre a imobilização e mineralização de N no solo (SÁ, 1995). Áreas com plantio direto já estabilizados geralmente apresentam maior disponibilidade de N para as culturas (CERETTA e FRIES.,1998).

O processo microbiano de mineralização e imobilização é influenciado pelo tipo relação C/N e manejo de resíduos incorporado/superfície, temperatura do solo, e regime de água/aeração (AULAKHDORAN et al.,1991), sendo intenso em condições óxidas e muito pequena em condições de anoxia (MOREIRA e SIQUEIRA, 2002), pH e teor de nutrientes no solo (AITA, 1997). A mineralização do N de resíduos culturais também é influenciada pelo regime nutricional de N, sendo tanto maior quanto maior for o teor de N nos tecidos e maior a quantidade de resíduos de cobertura de solo (TOLLENAAR et al, 1993). Sá (1993) afirmou que no início do SPD, ocorre na verdade, aumento na imobilização do N devido a maior biomassa.

Heinzmann (1985) recomenda cultura de inverno com relação de C/N acima de 25 quando se pretende semear soja no verão, e uma espécie com relação C/N abaixo de 25, quando, no verão, a semeadura a ser feita for de milho. A alta relação C/N pode imobilizar o nitrogênio, causando deficiência desse nutriente na cultura subsequente, enquanto que, com espécies com baixa relação C/N, o nitrogênio é liberado mais rapidamente.

O efeito dos resíduos culturais, na amplitude de temperaturas no solo sob SPD, é tão marcante que ajuda a atender as diferenças entre o acúmulo de MO em

solos da região sul do Brasil e da região dos Cerrados. A temperatura média mais baixa na região sul determina taxas de mineralização da MO também menores (Sá, 1993). Ou seja, há maior acúmulo de massa sobre a superfície do solo, bem como de MO no solo, em comparação com a região do Cerrado.

A demanda por N em plantio direto é geralmente maior do que em plantio convencional, especialmente em cultivos após gramíneas e nos primeiros anos de implementação do sistema (SÁ, 1996).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DE LOCAL

O experimento foi conduzido no município de Castro, Estado do Paraná, na área pertencente a Cooperativa Agropecuária Castrolanda, na Unidade Demonstrativa de Leite, situada ao lado do parque de exposições Dario Macedo na colônia Castrolanda, nos anos agrícolas 2006/07 e 2007/08.

O clima da região é classificado por Köppen como do tipo Cfb (IAPAR, 2007), ou seja, clima temperado com, temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida, ocorrendo geadas frequentes no inverno.

A precipitação média anual está entre 1600 a 1800 mm, o trimestre mais chuvoso é composto pelos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, com precipitação média no trimestre de 500 a 600 mm. O trimestre mais seco corresponde aos meses de junho, julho e agosto, com precipitação média no trimestre de 250 a 350 mm. Nos últimos 5 anos (2002 a 2006) a precipitação média no verão (outubro a março) foi de 834 mm (IAPAR, 2007).

A temperatura média anual está entre 17 e 18°C, o trimestre mais frio corresponde aos meses de julho, agosto e setembro com temperatura média entre 13 a 14°C, o trimestre mais quente é composto pelos meses de janeiro, fevereiro e março com temperatura média entre 23 a 24°C. A umidade relativa do ar é de 80 a 85% e a insolação de 1800 horas por ano (IAPAR, 2007).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo bruno Distrófico, textura argilosa, fase relevo suave ondulado (2-4%) segundo EMBRAPA,(1999).

3.1.1 BALANÇO HÍDRICO

Conforme o balanço hídrico seqüencial observado na Figura 1 ocorreram 24 decêndios com deficiência hídrica entre janeiro e dezembro, que foi o período de desenvolvimento do azevém e de milho no ano 2006 em Castro, PR.

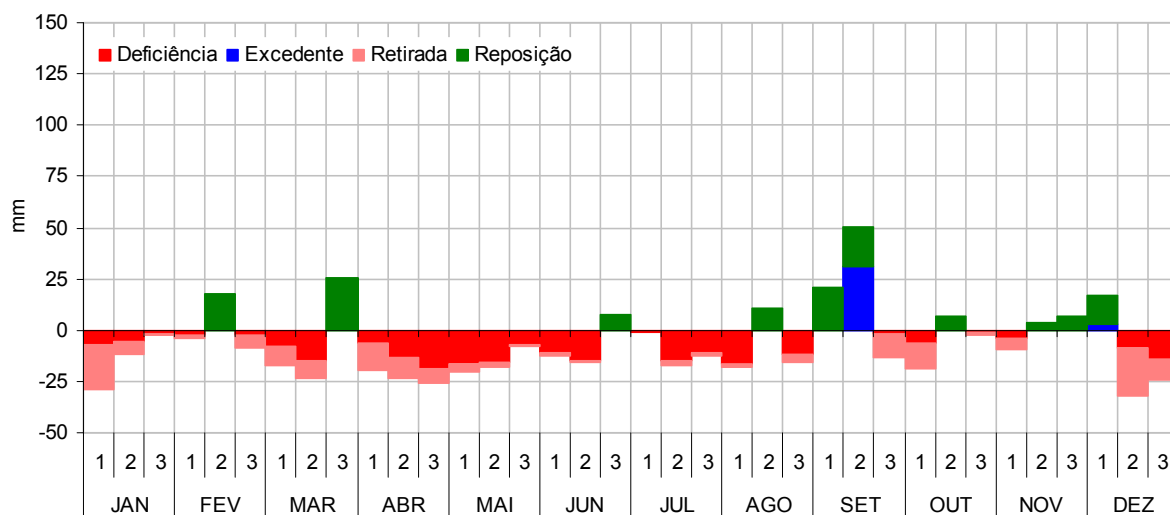


FIGURA 1 - Balanço hídrico segundo o modelo de Penman Monteith, ocorrido no ano 2006. Fundação ABC, setor agrometeorologia. Castro – PR, (2006).

Conforme o balanço hídrico seqüencial observado na Figura 2 ocorreram 21 decêndios com deficiência hídrica entre janeiro e dezembro, que foi o período de desenvolvimento do azevém e de milho no ano 2007 em Castro, PR.

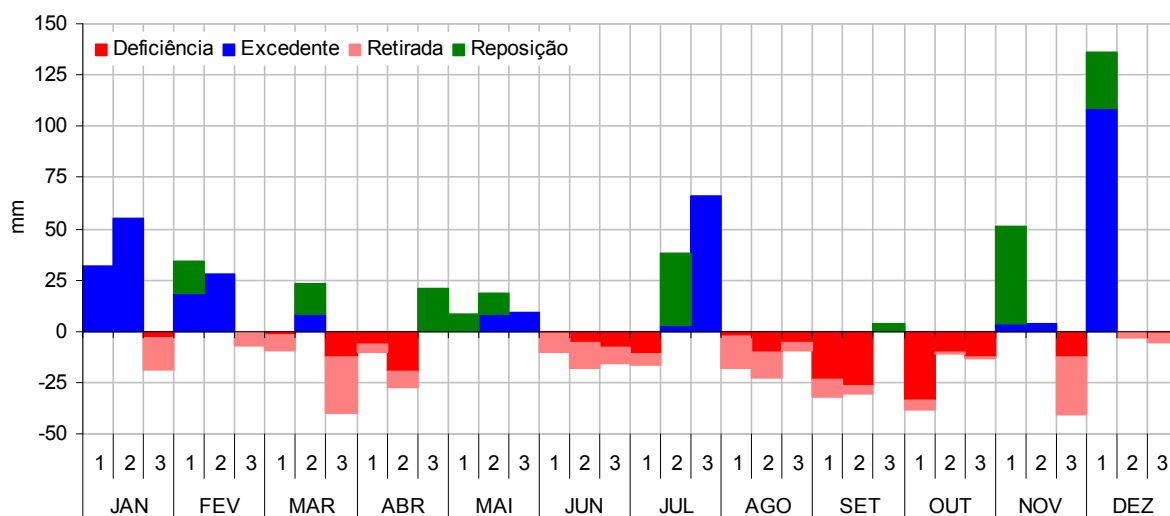


FIGURA 2 - Balanço hídrico segundo o modelo de Penman Monteith, ocorrido no ano 2007. Fundação ABC, setor agrometeorologia. Castro - PR, (2007).

3.1.2. HISTÓRICO DE UTILIZAÇÃO DA ÁREA E ANÁLISE DE SOLO

A área do experimento era utilizada com pastagens desde a formação da colônia Castrolanda em 1952 até 1975, quando passou a ser utilizada para agricultura. A partir de 2004 a área foi adquirida pela Cooperativa Agropecuária Castrolanda para a produção de novilhas e agricultura em sistema integrado. A partir do ano 2005 a seqüência de culturas utilizada será milho em sucessão ao azevém por cinco anos seguidos.

Antes da implantação do experimento geral em 2005 e antes da implantação do experimento, foram coletadas amostras de solo das camadas 0 a 10 cm e 10 a 20 cm e encaminhadas para análise química no laboratório da Fundação ABC.

Para a interpretação dos resultados das análises químicas foram utilizadas as recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo, segundo método Raij et al. (1996).

No ano 2007 foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm para análise química do solo. Foram retiradas 5 amostras de cada parcela dos três sistemas diferentes de utilização do azevém, resultando em 20 amostras simples por sistema, para formar as amostras compostas, que foram enviadas para análise química no laboratório da Fundação ABC. Os resultados da análise química para a avaliação da fertilidade do solo estão na Tabela 1.

TABELA 1 - Características químicas e físicas do solo do experimento. Castro - PR, 2005/2007.

Profun- didade	P resina	MO *	pH	H+Al	Al	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	Al	Areia	Argila	Silte
cm	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	mmolc dm ⁻³							%	%	g kg ⁻¹		
2005															
0-10	85	50	4,7	72	1	4,2	37	10	51,2	123	42	1,9	384	439	177
10-20	44	41	4,6	72	2	2,7	22	8	32,7	104	31	5,8	357	488	155
2007															
Azevém cobertura															
0-10	82	51	4,6	72	3,6	3,9	25	8	36,9	108,5	34	8,9	384	476	140
10-20	50	37,2	4,5	80	3,9	1,7	19	7	27,7	107,2	26	12,3	376	537	86
Azevém pré-secado															
0-10	75	50,4	4,7	64	2,3	4,4	22	8	34,4	98,8	35	6,3	377	465	157
10-20	35	33,9	4,6	72	2,8	1,9	13	5	19,9	91,5	22	12,3	363	517	119
Azevém pastejo															
0-10	88	51,6	4,6	80	3,1	4,5	24	8	36,5	116	31	7,8	391,4	487	121,6
10-20	51	41,4	4,5	80	4,8	2,8	21	7	30,8	110,3	28	13,5	389,9	505,5	104,6

* MO= matéria orgânica

3.2. Delineamento experimental

O experimento foi implantado no delineamento experimental em parcelas sub-divididas com quatro repetições, fazendo parte de um experimento que envolvia três formas de utilização de azevém e sete preparo de solo, conforme apresentado na Figura 3. A partir desse experimento maior foram selecionadas as parcelas manejadas sob plantio direto. Estas parcelas foram sub-divididas em quatro sub-parcelas para aplicação das doses de N no milho (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹).

Cada parcela era constituída por uma área de 10X10m totalizando 100 m², e as sub-parcelas por uma área de 5X5 m ou seja 25 m², conforme detalhe na Figura 3.

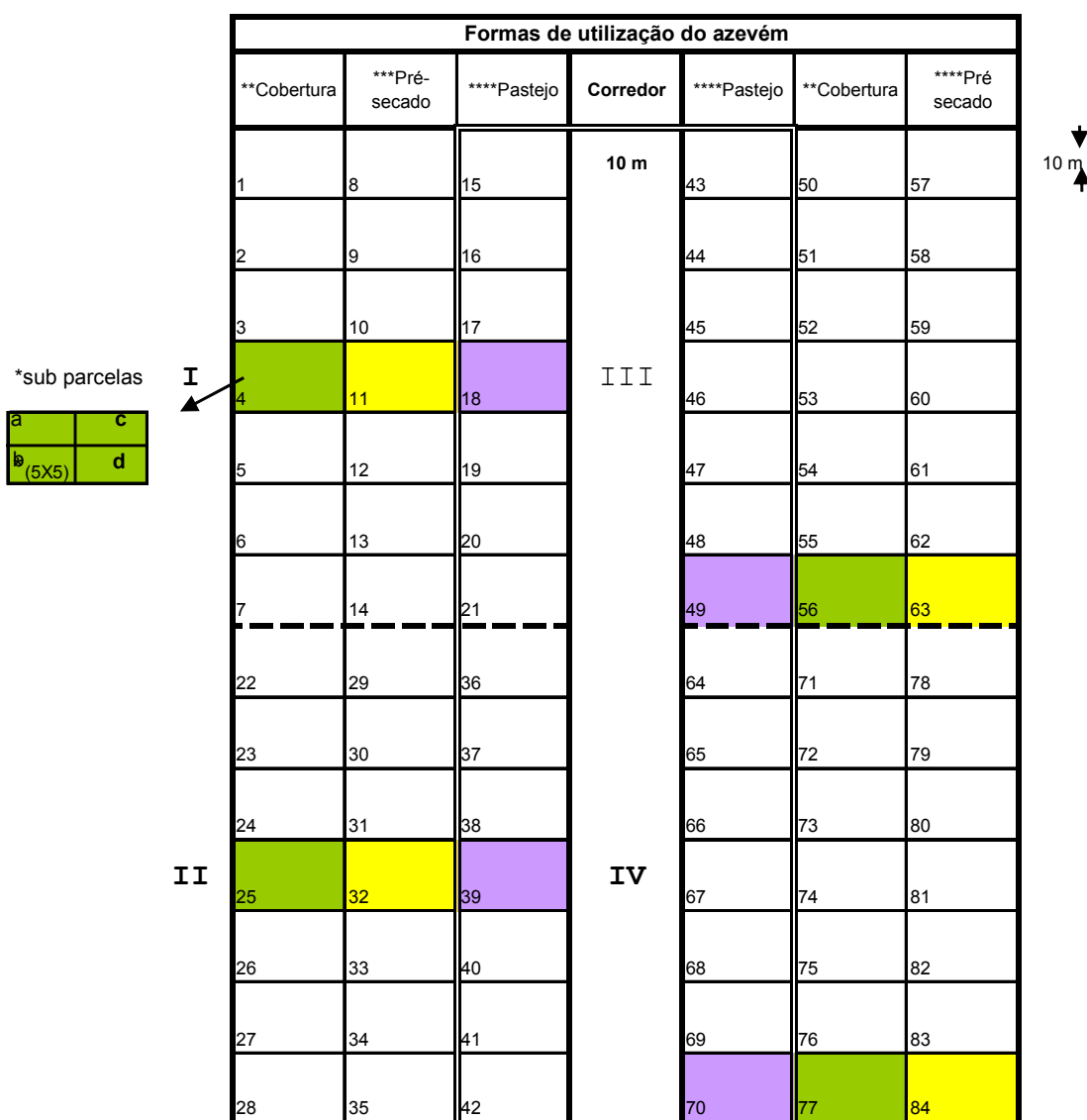


FIGURA 3 – Croqui da área experimental do azevém anual Fase I, submetidos a pré-secado, pastejo e para cobertura, do milho Fase II, em parcelas subdivididas, com quatro níveis de nitrogênio (0, 60, 120, 180 kg ha⁻¹). Castro-Pr, 2006 e 2007.

Destacando as parcelas coloridas utilizadas no presente trabalho (Fase I) e no detalhe da distribuição das sub parcelas (Fase II) para aplicação das doses de N no milho implantado após o azevém para o ano 2006 e 2007.

*sub parcelas a, b, c e d = doses de nitrogênio em cobertura 0, 60, 120 e 180 kg N ha⁻¹, respectivamente.

**Azevém cobertura = manejo de cobertura do solo

***Azevém pré-secado = corte e pré-secagem para silagem

****Azevém pastejo= área pastejada

3.3. AZEVÉM – FASE I - INVERNO

3.3.1. Estabelecimento e formas de utilização do azevém

3.3.2. Implantação do azevém

As sementes foram tratadas no ano de 2006 com os inseticidas imidacloprid¹ e thiram+carboxin² 60 mL e 93,75 g do ingrediente ativo (i.a), por 100 kg de sementes, no ano 2007 com o inseticida thiamethoxan³ e fungicida fludioxonil⁴ 140 e 12,5 mL do i.a. por 100 kg de sementes.

A semeadura foi realizada mecanicamente com semeadora para plantio direto. Foram utilizadas 50 kg ha⁻¹ de sementes de azevém e o espaçamento entre linhas foi 0,17 m. Em 2007 devido ao déficit hídrico ocorrido no período após a semeadura, a área foi ressemeada em 14 de maio com 63 kg ha⁻¹ de sementes de azevém após dessecação com glyphosate⁵ 1,44 L ha⁻¹ do i.a.

Foi aplicado os herbicidas metsulfuron-methyl⁶ e 2,4 D-Amina⁷ 2,4 e 644,8 g ha⁻¹ do i.a. respectivamente para o controle plantas daninhas.

A adubação de semeadura no azevém para pastejo e pré-secado foi realizada simultaneamente com a semeadura, conforme tabela 2, no azevém como cobertura foi realizada a semeadura sem adubação. A adubação nitrogenada e potássica seguiu a recomendação para produção de MS e extração de nutrientes do azevém, segundo Campos, Santos (2001), calculada para suprir uma possível extração de nutrientes correspondente a uma produtividade de 6 t ha⁻¹ de MS. Consistindo de 128 kg de N e 76 kg de K ha⁻¹.

¹ Nome comercial=Gaucho na dosagem de 100 mL por 100 kg de sementes

² Nome comercial=Vitavax Thiram WP, na dosagem de 250 g por 100 kg de sementes

³ Nome comercial=Cruiser 350 FS, na dosagem de 400 mL por 100 kg de sementes

⁴ Nome comercial=Maxim, na dosagem de 500 mL por 100 kg de sementes

⁵ Nome comercial=Roundup, na dosagem de 3 L ha⁻¹

⁶ Nome comercial=Ally, na dosagem de 4 g ha⁻¹

⁷ Nome comercial=Aminol, na dosagem de 800 mL ha⁻¹

TABELA 2 – Data, densidade de semeadura e NPK utilizada na adubação do azevém. Castro-PR, 2006 e 2007.

Ano	Data	Sementes (kg ha ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)
2006	22/03	50	20	46	10
	14/05	63	-	-	-
2007	07/04	50	20	40	40

3.3.3. Diferentes formas de utilização do azevém

3.3.3.1. Azevém pastejado

O grupo de animais utilizados nos dois anos do experimento foi da raça holandesa. O pastejo ocorreu baseado numa oferta de 2,5 % do peso médio dos animais em kg de massa seca. No inverno de 2006 no primeiro pastejo foram utilizados 53 novilhas com peso médio de 251 kg, no segundo pastejo do mesmo ano foram utilizados 62 animais com peso médio de 431 kg. No inverno de 2007 no primeiro pastejo foram utilizados 40 novilhas com peso médio de 450 kg, no segundo pastejo do mesmo ano foram utilizados 54 animais com peso médio de 478 kg.

A data de entrada dos animais na área para o pastejo, no ano 2006 foi no dia 11/07 e 06/09 e no ano 2007 no dia 31/07 e 21/08.

3.3.3.2 Azevém pré-secado

Na área destinada para silagem pré-secada (SPS) os cortes foram efetuados quando as plantas se encontravam com 25 cm de altura. A data de corte no ano 2006, foi no dia 11/07 e 06/09 e no ano de 2007 no dia 31/07 e 21/08.

3.3.3.3. Azevém para cobertura

Na área destinada para cobertura o azevém no ano 2006 apresentou acúmulo de 3.402 kg ha⁻¹ de MS e na safra 2007 apresentou acúmulo de 1.934 kg ha⁻¹ de MS. As avaliações foram realizadas em 5 de setembro nas duas safras.

3.3.4. Manejo de adubação

Nas adubações de cobertura do experimento nas formas de utilização do azevém pastejo e pré-secado para os dois anos a quantidade aplicada de nitrogênio e potássio está apresentada na Tabela 3.

TABELA 3 – Data e adubação em kg ha⁻¹ no azevém pastejo. Castro-PR, 2006 e 2007.

Data	Forma de uso do azevém	N	K
20/04/06	Pastejo e Pré-secado	54	45
17/07/06	Pastejo e Pré-secado	54	45
23/07/07	Pastejo e Pré-secado	54	36
7/08/07	Pastejo e Pré-secado	54	-

No ano 2006 foi aplicado 24 kg de K ha⁻¹ acima da quantidade calculada de K, para repor a quantidade necessária do ano anterior.

3.3.5. Avaliações realizadas na cultura do azevém

3.3.5.1. Produção de massa seca (MS) do azevém

A massa seca foi avaliada lançando um quadro medindo 100X100 cm, ou seja uma área de 1,00 m² de forma aleatória, por caminhamento em zigue-zague segundo método Haydock e Shaw (1975).

Foi retirada uma amostra por parcela. Os valores referentes à disponibilidade de forragem foram feitos pela média das amostras, realizada no dia anterior à entrada dos animais ou corte para pré-secado.

O material dentro do quadro foi cortado a uma altura de 7 cm, posteriormente foi pesado e determinada a média, obtendo-se assim, o peso da massa verde.

Estas amostras foram secas em estufa a 65°C, por 72 horas, para determinação da MS no Laboratório de Análises Bromatológicas da Fundação ABC, Castro, segundo o método de Silva (1990). A MS foi pesada e convertida em kg ha⁻¹.

3.3.5.2. Taxa de acúmulo

Foram retiradas amostras antes do corte para pré-secado e da entrada dos animais para pastejo e serviram para estimar a taxa de acúmulo de MS nas parcelas segundo método Haydock e Shaw (1975). Não foi realizada a avaliação do material residual após o corte ou pastejo.

3.3.5.3. Fitomassa residual

Para determinação da fitomassa residual foram retiradas amostras antes da primeira dessecação, foi utilizado o mesmo método da MS.

3.4. MILHO – FASE II - VERÃO

3.4.1. Estabelecimento da cultura.

No experimento foi utilizado o híbrido de ciclo precoce P 30R50 (EMBRAPA, 2007). Para que o resultado tivesse representatividade para as lavouras comerciais, foi escolhido o híbrido mais semeado na região.

Nas Tabelas 5 e 6 são descritas as principais características agronômicas e a tolerância a doenças do híbrido segundo Embrapa (2007).

TABELA 4 - Características agronômicas do híbrido utilizado no ensaio. Embrapa, 2007.

Híbrido	Tipo	Ciclo	Época Sem.	Uso	Pop.mil plantas ha ⁻¹	Textura grãos	Acama- mento
P 30R50	HS	P	N	Grão	55-72	SMD	M

Legenda: HS:híbrido simples; P: precoce;N:normal; SMD: semiduro; M:medianamente resistente, Sem.: semeadura, Pop.mil.plantas ha⁻¹: população em mil plantas.

TABELA 5 - Reação às doenças do híbrido no ensaio. Embrapa, 2007.

Híbrido	<i>P. Sorghi</i>	<i>P. Polysora phaeia</i>	<i>Phaeos-mento</i>	<i>Enfeza-mento</i>	<i>E. Turcicum</i>	Cercos-pora	Doenças colmo	Doenças grãos
P 30R50 MR	S	MS		S	R	MS	MS	MR

Legenda: MR: moderadamente resistente; S: susceptível; MS: moderadamente susceptível; R: resistente.

A semeadura da safra 2006/07 foi realizada no dia 13 de outubro de 2006 e da safra 2007/08 no dia 04 de outubro de 2007. As sementes foram tratadas com os inseticidas thiamethoxan³, thiodicarb⁸ e fipronil⁹ 28 g, 120 mL e 80 g ha⁻¹ do i.a. respectivamente.

⁸ Nome comercial=Futur, na dosagem de 400 mL ha⁻¹

⁹ Nome comercial=Regent, na dosagem de 100 g ha⁻¹

¹⁰ Nome comercial=Callisto, na dosagem de 150 mL ha⁻¹

¹¹ Nome comercial=Primóleo, na dosagem de 3 L ha⁻¹

¹² Nome comercial=Priori XTRA, na dosagem de 300 mL ha⁻¹

Na semeadura, realizada mecanicamente, foi utilizado a semeadora de plantio direto. O mecanismo sulcador utilizado foi do tipo guilhotina. O espaçamento entre linhas utilizado foi de 0,80 m, depositando-se 6 sementes por metro linear, na profundidade de 4 cm. Previamente à semeadura, foi realizada uma aplicação a lanço de cloreto de potássio na dose de 240 kg ha⁻¹. A adubação de semeadura para as duas safras foi 300 kg ha⁻¹ da fórmula 14-28-00 + 1% de Zn, aplicado simultaneamente a semeadura. A adubação fosfatada e potássica foi calculada para suprir uma possível extração de nutrientes correspondente a uma produtividade de 50 toneladas de fitomassa ha⁻¹ (PAULETTI, 2004). Consistindo em 84 kg ha⁻¹ de P e 120 kg ha⁻¹ de K.

No dia 19 de outubro de 2007 o experimento foi irrigado com 12 mm de água devido a falta de chuva. Foram aplicados os herbicidas pós-emergente mesotrione¹⁰ e atrazina¹¹ 72 mL e 1,2 L ha⁻¹ do i.a.

No dia 19 de novembro de 2007 foi aplicado o fungicida cyproconazole e azoxystrobin¹², 24 e 60 g ha⁻¹ do i.a. para o controle da ferrugem (*Puccinia sorghi*).

3.4.2. Adubação nitrogenada

O nitrogênio em cobertura na forma de uréia foi aplicado em quatro doses de acordo com os níveis estabelecidos. O total aplicado de nutrientes foi 42 kg de N na semeadura, mais 0, 60, 120 e 180 kg de N ha⁻¹ em cobertura.

3.4.3. Avaliações realizadas na cultura do milho

3.4.3.1. Dias para floração

A data de floração menos a data de emergência das plântulas resultou nos dias para floração. A data da floração foi avaliada no centro da cada parcela, anotando-se o dia em que 50% das inflorescências femininas estavam expostas.

3.4.3.2. Altura da planta

Quando as plantas se encontravam no estágio de maturação fisiológica foi medida a altura de plantas, do solo até a base da folha bandeira, em cinco plantas

seguidas em duas fileiras no centro de cada sub-parcela, totalizando dez plantas. Utilizou-se uma régua graduada em centímetros, segundo método VAN DILLEWIJN (1952).

3.4.3.3. Diâmetro do colmo

Simultaneamente às duas determinações da altura, nas mesmas dez plantas, foi medido o diâmetro do colmo no segundo entre nó acima do solo. Para fazer a avaliação foi utilizado um paquímetro de alumínio graduado em décimos de milímetro, segundo o método ZACARIAS (1977).

3.4.3.4. Teor do nitrogênio na folha

Quando as plantas se encontravam em pleno florescimento foi coletada a primeira folha abaixo e oposta da espiga para determinação do N na planta. Para amostra foi utilizado o terço central das folhas. Foram coletadas 15 folhas de quinze plantas de cada sub-parcela, sendo descartado o terço inicial e final da folha, conforme métodos descritos por TRANI et al., (1983) e MALAVOLTA et al, (1989).

3.4.3.5. Ponto de colheita

O método utilizado foi o de estimar o teor da massa seca para a ensilagem com base na linha de leite (LL). A colheita das parcelas foi realizada quando os grãos se encontravam com 1/3 a 2/3 LL pela análise visual da LL. A denominação linha de leite é originária do inglês (milk line) e corresponde à linha divisória da parte dura e leitosa do grão de milho. Esse método é descrito por SULC et al., (1996).

3.4.3.6. Produção de massa seca

Para avaliação dos componentes de rendimento da cultura do milho foram colhidas cinco plantas seguidas em duas fileiras no centro de cada parcela, totalizando 10 plantas. Após o corte, as plantas de cada sub-parcela foram agrupadas, identificadas e pesadas para a determinação da massa total e o peso

médio de cada planta. Em seguida foram selecionadas três plantas de peso médio e picadas com triturador estacionário.

Após as determinações anteriores foi retirada uma alíquota do total triturado. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas para estufa de ventilação forçada a 65°C, por cerca de 72 horas para determinação do teor de matéria seca segundo o método de SILVA (1990).

Após colheita manual, foi medida a área colhida para determinação da fitomassa. Utilizou-se uma régua graduada em centímetros.

Com base nos dados obtidos, realizaram-se cálculos dos seguintes índices:

- Produção de massa verde por área (kg MV ha^{-1});
- Produção de massa seca por área (kg MS ha^{-1});

Logo após os procedimentos para as determinações de MS foi realizada a colheita mecânica do milho para silagem para que representasse os efeitos de pressão das máquinas semelhantes à realidade.

3.4.3.7. Análise bromatológicas

Foi feita calibração regional para estimativa dos teores de proteína bruta (PB) e fibra detergente neutro (FDN), através da espectroscopia de reflectância no infravermelho.

3.4.4. Análise estatística

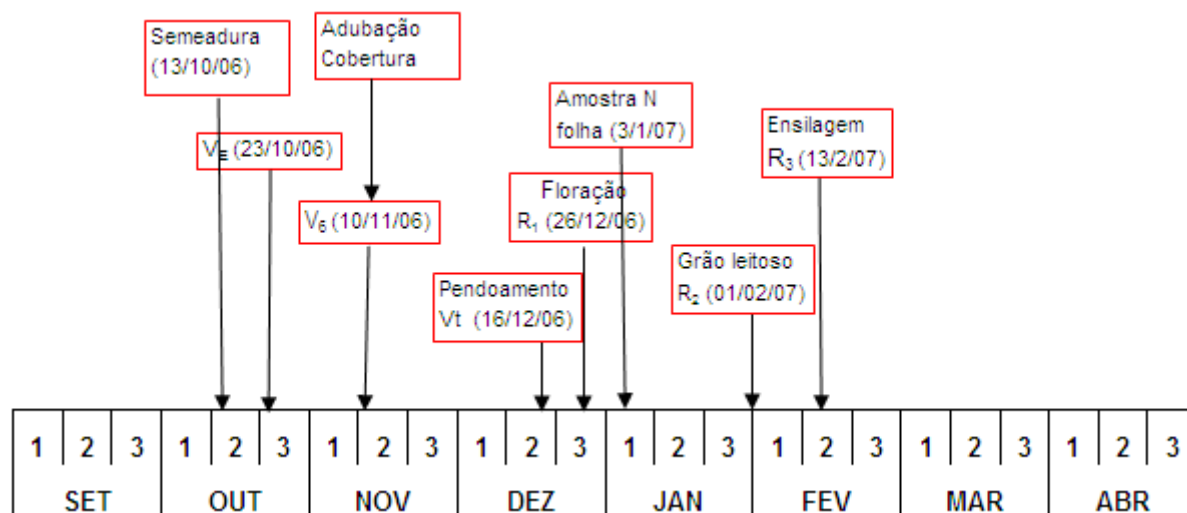
Para as análises utilizou-se o Programa estatístico (SAS) Statiscal Analysis System (2007), versão 9.1 para Windows.

Antes de se proceder a análise de variância foi verificada a normalidade dos dados, através do teste Shapiro-Wilk. A seguir foi realizada a análise de variância Anova e quando o teste F foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

Para avaliação dos efeitos das doses de N utilizou-se análise de regressão polinomial.

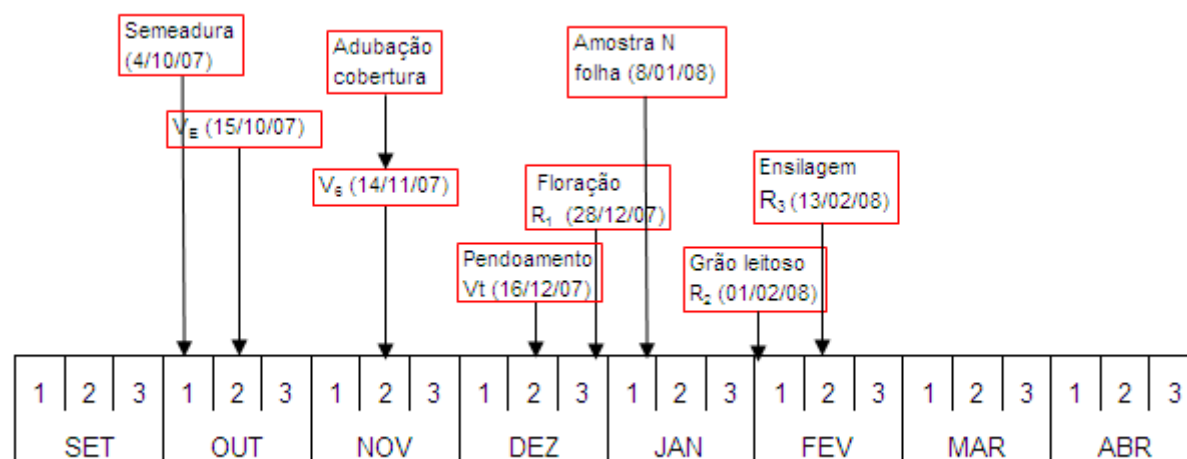
3.4.5. Fenologia da cultura do milho, cultivada nos anos 2006/07 e 2007/08

Durante o experimento foram identificados os estádios de desenvolvimento da cultura do milho (Figuras 4 e 5), conforme definição de RITCHIE et al., (2003).



OBS: V_E=emergência; V₆=estádio 6 folhas; V_t=Pendoamento; R₁=Florescimento; R₂=grão Leitoso; R₃=grão pastoso-Ensilagem.

Figura 4 - Estádios de desenvolvimento e práticas de manejo da cultura de milho safra 2006/2007, Castro - PR.



OBS: V_E=emergência; V₆=estádio 6 folhas; V_t=Pendoamento; R₁=Florescimento; R₂=Grão leitoso; R₃=Grão pastoso-Ensilagem

Figura 5 - Estádios de desenvolvimento e práticas de manejo da cultura de milho safra 2007/2008, Castro - PR

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AZEVÉM - FASE I - INVERNO

4.1.1 Produção de massa seca

4.1.2 Taxa de acúmulo

A produção de MS ha^{-1} , e data de entrada dos animais para pastejo estão dispostos na Tabela 6. Quando a pastagem apresentava 25 cm de altura e uma oferta em MS correspondente a 2,5 % do peso médio dos animais para o pastejo, ocorreu entrada dos animais. O período em que os animais permaneceram na pastagem foi dependente da oferta e altura do pasto. O azevém foi pastejado até que permanecesse um resíduo de 7 cm de altura, quando os animais foram retirados da área. As parcelas de azevém pastejadas acumularam 3.672 e 3.930 kg de fitomassa seca ha^{-1} , respectivamente durante o período do inverno de 2006 e 2007, como pode ser observado na Tabela 6.

TABELA 6 – Data do pastejo, produção de massa seca kg ha^{-1} , e carga animal. Castro-PR, 2006 e 2007.

Data	Forma de uso do azevém	(kg ha^{-1}) MS	Carga animal (Pv ha^{-1})	Ocupação/dias
11/07/06	1º pastejo	998	39.920	3
06/09/06	2º pastejo	2.674	106.960	4
Total	-	3.672		
31/07/07	1º pastejo	1.347	53.880	3
21/08/07	2º pastejo	2.583	103.320	4
Total	-	3.930		

A produção de MS ha^{-1} do azevém para pré-secado e data de corte, estão dispostos na Tabela 7. Os cortes para pré-secado ocorreram quando o azevém apresentava 25 cm de altura. O corte do azevém foi realizado 7 cm de altura do solo. As parcelas de azevém cortadas para pré-secado acumularam 4.100 e 4.483 kg de

fitomassa seca ha^{-1} , respectivamente durante o período do inverno de 2006 e 2007, como pode ser observado na Tabela 7.

TABELA 7 – Data do corte para pré-secado, produção de massa seca kg ha^{-1} . Castro-PR, 2006 e 2007.

Data	Forma de uso do azevém	(kg ha^{-1}) MS
11/07/06	Pré-secado	983
06/09/06	Pré-secado	3.117
Total	-	4.100
31/07/07	Pré-secado	1.939
21/08/07	Pré-secado	2.544
Total	-	4.483

As diferentes formas de utilização do azevém nas parcelas pastejadas e para pré-secado acumularam baixa produção de fitomassa seca durante o período do inverno. Essas produtividades são baixas se comparadas as obtidas na mesma região por Molin, (2008) que chegaram a $9.700 \text{ kg MS ha}^{-1}$. Essa produção de MS alcançada no presente estudo pode ser atribuída ao déficit hídrico ocorrido nos meses de março a agosto (Figura 1) e o período mais curto da produção do azevém, interrompido devido a dessecação para o cultivo de milho.

Para Moraes e Lustosa (1999) é possível se atingir 70% do potencial produtivo do azevém neste período. Quirrenbach et al. (2007), obtiveram $3.045 \text{ kg MS ha}^{-1}$ de azevém, estudando espécies de cobertura de inverno e nitrogênio no milho em SPD, valor superior aos $1.400 \text{ kg MS ha}^{-1}$ obtidos por Valentini (1999) quando não adubou a cultura. No entanto, segundo Silva (2005) pode se ter produtividades acima de $6.000 \text{ kg MS ha}^{-1}$ quando o azevém é adubado. Em condições ambientais similares, no município de Castro, PR, em experimentos onde se procurou todas as condições ótimas para a produção, trabalhos da Fundação ABC atingiram produtividades máximas de 9.790 kg ha^{-1} de massa seca, no ano de 1999 (MOLIN, 2008).

No SPD a fitomassa residual é um pré requisito fundamental utilizado como cobertura para semeadura direta de culturas, reduzindo os riscos de erosão do solo. Desta forma, os resíduos podem ter os mesmos efeitos de outras coberturas, comumente utilizados em SPD (JONES et al., 1991).

Segundo Amado e Mielniczuk (2000), a elevada capacidade de absorção de N nas gramíneas é uma importante estratégia para reduzir os riscos de contaminação do lençol freático com nitrato e aumenta a ciclagem de N durante a entre safra da cultura.

4.1.3 Manejo da fitomassa residual

As amostras para estimar a fitomassa residual foram coletadas das parcelas em 2006, no dia 13 de outubro e em 2007 no dia 05 de setembro, trinta dias antes da semeadura, quando o azevém apresentava 1.403, 1.640 e 1.934 kg ha⁻¹ de fitomassa residual no pastejo, pré-secado e cobertura, respectivamente. No mesmo dia foi realizada a primeira dessecação da área experimental com o herbicida glyphosate⁵ na dosagem de 1,44 mL ha⁻¹ do i.a. Dez dias após a primeira dessecação realizou-se outra dessecação com a mesma dose do i.a. para controle das plantas daninhas.

4.2 MILHO - FASE II - VERÃO

4.2.1 Produção de silagem

4.2.1.1 Dias para floração

O período entre emergência e floração dependeu da safra de forma isolada, sem efeito das formas de utilização do azevém e dose de N. Em relação a 2006, a floração ocorreu com 64 dias e, no ano 2007, com 74 dias. Valores semelhantes, 77 dias, foram encontrados por Quirrenbach (2007) estudando o mesmo híbrido em diferentes espaçamentos e populações. A soma térmica necessária para o início do florescimento varia exclusivamente em função do genótipo (Fancelli e Dourado Neto, 2000) e do local, portanto a variação encontrada foi resultante da variação climática ocorrida entre os dois anos avaliados.

Para Fancelli e Dourado Neto, (2004) temperaturas elevadas, escassez de umidade, baixa luminosidade e deficiências nutricionais podem antecipar demasiadamente a emissão do pendão, bem como a formação e maturação do grão do pólen, antes mesmo que a espiga se encontre estrutural e fisiologicamente apta para desenvolver suas funções.

Cultivares precoces, em virtude de alguns atributos genéticos, encontram-se mais sujeitos a esse problema, apresentando, em algumas ocasiões, porcentagem considerável de espigas malgranadas e desuniformes (PATERNIANI et al., 1987). É possível que a deficiência hídrica ocorrida na prefloração e início desta, nas duas safras, porém mais severa em 2006 (Figuras 1 e 2) e a temperatura mais elevada tenham influenciado a antecipação da floração.

O número de dias entre emergência e floração é um importante referencial do desenvolvimento da planta de milho, pois há correlação positiva entre essa variável e a área foliar, o índice de área foliar, o número de folhas e a altura de plantas, podendo resultar em maior produtividade (SANGOI et al., 2001).

4.2.1.2 Altura de plantas

Em culturas anuais, a altura de plantas é uma característica relacionada com a tendência ao acamamento devido ao vento ou fortes chuvas. No entanto plantas altas gastam grande porção de fotoassimilados com a formação de estruturas de crescimento vegetativo, geralmente em detrimento da formação dos produtos econômicos, como o grão (FLOSS, 2004).

Os efeitos da forma de utilização do azevém cultivado anteriormente ao milho na safra 2006/07, afetaram a altura de plantas desta cultura, na dose 0 e 120 kg de N ha⁻¹, sendo que os valores médios encontram-se na Tabela 8 para as safras 2006/07 e 2007/08 e foram de 254 cm e 237 cm, respectivamente.

TABELA 8 - Altura de plantas de milho (cm) em função das diferentes formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2006/07 e 2007/08.

Dose N (kg.ha ⁻¹)	2006/07				2007/08			
	Forma de utilização do azevém				Forma de utilização do azevém			
		Pré				Pré		
	Cobertura	secado	Pastejo	Média	Cobertura	Secado	Pastejo	Média
0	229 B	230 B	264 A	241	237	243	231	237
60	251 A	252 A	266 A	256	230	240	238	236
120	259 B	251 B	271 A	260	233	248	241	241
180	262 A	255 A	265 A	261	246	231	232	236
Média	250	247	267	254	236	240	236	237
CV (%)				3,0				4,4

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

F teste 2006/07, formas de utilização do azevem X dose 0,0377*;

F teste 2007/08, formas de utilização do azevem 0,4395ns, dose 0,6292ns.

A influência da aplicação de N na cultura do milho cultivado na safra 2006/07, sobre a altura das plantas de milho, foi dependente da forma de uso do azevém cultivado no inverno 2006. O N exerceu grande influência sobre a altura das plantas de milho no azevém para Cobertura e Pré-secado (Figura 6), no entanto não foi observado efeito no Pastejo. Conforme as equações de regressão para as alturas de plantas na forma de utilização do azevém para Cobertura e Pré-secado, observou-se que as doses que proporcionaram a máxima altura de plantas foram 160 e 134 kg de N ha⁻¹, respectivamente.

Esses resultados estão de acordo com Arnon (1975), o qual afirma que plantas mal nutridas com nitrogênio apresentam menor capacidade de assimilar CO₂

e de sintetizar carboidratos durante a fotossíntese, resultando em menor acúmulo de biomassa e em retardamento na divisão celular nos pontos de crescimento, o que tem como consequência a redução na altura de planta. Na forma de utilização do azevém Pastejo, é provável que a ausência de resposta à aplicação de N, nessa safra, pode ter ocorrido pelo fato de que os níveis de N no solo eram satisfatórios para suprir as necessidades da cultura do milho. Whitehead (1970), resumindo as perdas de N de áreas pastejadas por gado leiteiro, estima que nas pastagens adubadas com aplicação de 134 kg de N ha⁻¹, aumenta-se o estoque de N no solo em 40 kg de N ha⁻¹, sendo as perdas por volatilização, lixiviação e denitrificação de 75 kg de N ha⁻¹, e o restante do N utilizado para produção de leite.

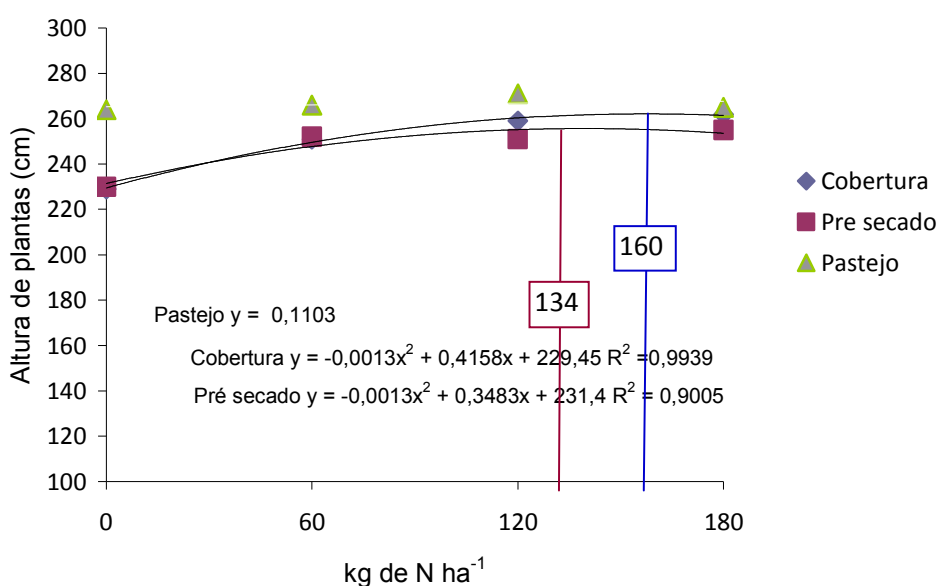


FIGURA 6. Altura das plantas de milho em função das diferentes formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2006/07.

Sousa et al. (2002), em sistema convencional, também observaram alturas menores para planta e espiga, quando o nitrogênio esteve ausente em comparação com o nível de 150 kg N ha⁻¹, quando foram observadas alturas médias de planta de 195 cm para a testemunha e, nos tratamentos com nitrogênio, entre 201 cm e 233 cm com N. Esses valores são inferiores aos observados no presente trabalho, devido à diferença entre sistemas de manejo de solo. Vilella (2001), em um experimento que avaliou cultivares de milho para silagem, em que foi utilizado 180

kg N ha⁻¹, observou alturas médias de 220 e 121 cm, para planta e espiga, respectivamente. Os resultados do presente trabalho foram superiores aos mesmos, com médias de 254 cm para a altura.

Na safra 2007/08, tanto as formas de utilização do azevém quanto as doses de N para o milho não afetaram a altura de plantas como pode ser observado na Tabela 8, sendo a média 237 cm. Esses resultados são contrários aos encontrados por Soares (2003) que, estudando a influência de N, boro e zinco e suas interações na cultura do milho, obteve aumento de 17% (1,86 para 2,17 cm) quando aplicou 120 kg de N ha⁻¹, comparados a (0) zero kg de N ha⁻¹. Schneider (2008), estudando os efeitos da presença e ausência de pastejo e diferentes épocas de aplicação de N no cultivo de milho, observou altura de plantas semelhantes às deste estudo. Fornasier Filho e Casagrande (2002), trabalhando com épocas de aplicação de uréia (todo na semeadura ou todo em cobertura), em milho de cultivo safrinha, não observaram efeitos significativos da época de aplicação do N e nem de doses de N nas características agronômicas do milho.

Quirrenbach, (2007) estudando população na mesma região deste trabalho e utilizando o mesmo híbrido desta pesquisa, encontrou redução da altura de plantas com aumento de 80.000 para 100.000 plantas ha⁻¹, o que discorda de Sangoi et al (2001) e Kunz (2005) que, analisando espaçamento e população em milho, não encontraram diferença na altura de plantas. O resultado neste estudo confirma a tese pela qual a altura de plantas é uma característica específica de cada híbrido, podendo variar em decorrência de condições ambientais pontuais, ou de anos agrícolas (SANGOI et al., 2001).

4.2.1.3 Diâmetro de Colmo (DC)

Os valores médios obtidos para a variável diâmetro do colmo, nas safras 2006/07 e 2007/08, encontram-se na Tabela 9. Na safra 2006/07, a melhor forma de utilização do azevém foi o Pastejo, e as doses de nitrogênio que proporcionaram maior DC foram 120 e 180 kg de N ha⁻¹, com 2,44 cm e 2,49 cm respectivamente. Nessa safra o aumento da dose de N proporcionou aumento linear do DC de aproximadamente 9% em relação ao tratamento (0) zero kg de N ha⁻¹ (Figura 7). A maior diferença ocorreu entre 0 e 60 kg de N ha⁻¹, com aumento de 4 % do DC.

Na safra 2007/08, tanto as formas de utilização do azevém quanto as doses de N para o milho não afetaram o DC, sendo que a média foi de 1,89 cm, como pode ser observado na Tabela 9.

Siqueira (1999) e Silva (2000) também não encontraram diferenças significativas quando compararam diferentes sistemas de preparo de solo. No entanto, Benez (1983) observou a tendência de obtenção de maiores DC para os preparos que mobilizaram menos o solo.

TABELA 9 – Diâmetro do colmo de milho (cm) em função das diferentes formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2006/07 e 2007/08.

Dose N (kg.ha ⁻¹)	2006/07				2007/08			
	Forma de utilização do azevém				Forma de utilização do azevém			
	Cobertura	Pré secado	Pastejo	Média	Cobertura	Pré secado	Pastejo	Média
0	2,20	2,16	2,44	2,27	1,89	1,92	1,85	1,89
60	2,31	2,30	2,47	2,36	1,91	1,88	1,94	1,91
120	2,51	2,39	2,42	2,44	1,88	1,84	1,93	1,88
180	2,44	2,49	2,54	2,49	1,94	1,83	1,92	1,90
Média	2,37 B	2,33 B	2,47 A	2,39	1,91	1,87	1,91	1,89
CV (%)				3,6				4,1

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

F teste 2006/07, formas de utilização do azevém 0,0042**, dose 0,0002**;

F teste 2007/08, formas de utilização do azevém 0,2360ns, dose 0,8523ns.

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000), o crescimento do colmo das plantas de milho ocorre principalmente a partir da emissão da oitava folha, prolongando-se até o florescimento, sendo que o colmo não somente atua como suporte de folhas e inflorescências, mas principalmente como uma estrutura destinada ao armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados na formação dos grãos. Dessa maneira, assim como a altura da base do pendão, que representa o comprimento do colmo, o DC das plantas de milho também é muito importante para a obtenção de alta produtividade de grãos, pois quanto maior o DC, maior a capacidade da planta em armazenar fotoassimilados que contribuirão para o enchimento dos grãos.

Para Taiz e Zeiger, (2004) em altas populações as plantas alocam seus recursos para um crescimento mais rápido a fim de evitar o sombreamento, aumentando suas chances de crescer acima do dossel, porém sacrificando o DC e a área foliar.

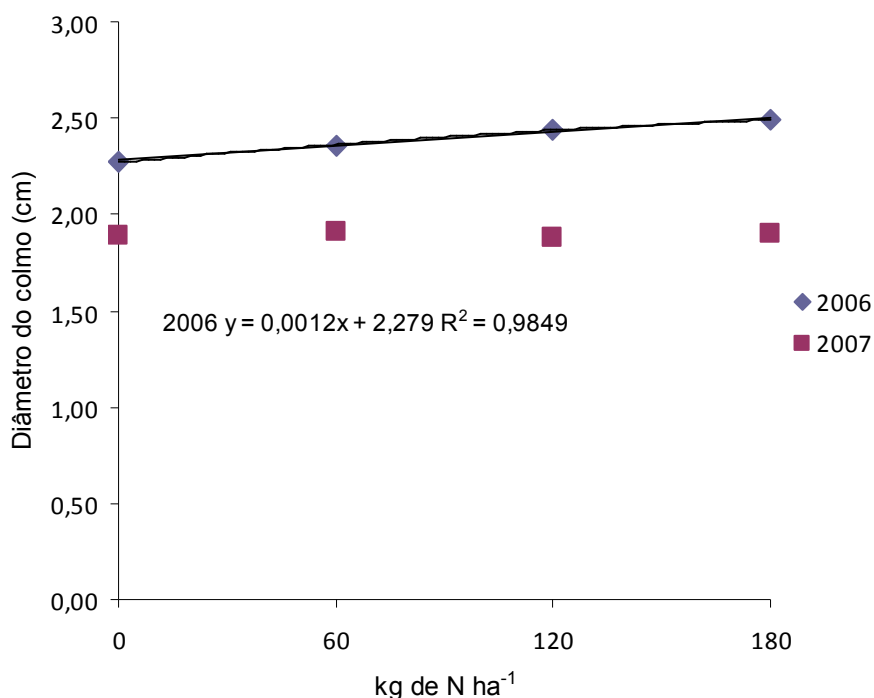


FIGURA 7 - Diâmetro do colmo (DC) do milho em função dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2006/07 e 2007/08.

O menor DC encontrado na safra 2007/08, provavelmente se deve ao déficit de água que ocorreu na fase inicial e na fase V₈ do milho (Figura 2), o que explica também a menor altura de plantas nessa safra, embora não ocasionasse redução na produção de MS. De acordo com Magalhães et al, (1998) déficit de água na fase V₈ pode afetar o comprimento dos internódios, provavelmente pela inibição do alongamento das células em desenvolvimento, concorrendo, desse modo, para a diminuição da capacidade de armazenagem de açúcares no colmo. Segundo esses autores, déficit de água também resulta em colmos mais finos, plantas de menor porte e menos área foliar.

4.2.1.4 Teor de Nitrogênio na folha

Os valores médios obtidos para teor de N na folha de milho, nas safras 2006/07 e 2007/08, encontram-se na Tabela 10. No primeiro ano de cultivo do milho, houve efeito da forma de utilização do azevém e da dose de nitrogênio no milho. Para a safra 2006/07, conforme a equação de regressão para o teor de N foliar na forma de utilização do azevém cobertura (Figura 8), observou-se que a dose que proporcionou o máximo teor de N na folha do milho foi 172 kg de N ha⁻¹. No azevém

Pastejo e Pré-secado, o teor de N na folha do milho aumentou linearmente até 180 kg ha⁻¹.

TABELA 10 – Teor de nitrogênio nas folhas das plantas de milho em função das diferentes formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro - PR, 2006/07 e 2007/08.

Dose N (kg.ha ⁻¹)	2006/07				2007/08			
	Forma de utilização do azevém				Forma de utilização do azevém			
	Cobertura	Pré secado	Pastejo	Média	Cobertura	Pré secado	Pastejo	Média
0	18 B	18 B	26 A	21	24	23	28	25
60	24 A	24 A	27 A	25	23	27	28	26
120	26 AB	25 B	29 A	27	29	29	32	30
180	28 A	29 A	30 A	29	28	30	32	30
Média	24	24	28	25	26 B	27 AB	30 A	28
CV (%)				6,0				11,9

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

F teste 2006/07, formas de utilização do azevem X dose 0,0402*;

F teste 2007/08, formas de utilização do azevem 0,0081**, dose 0,0005**.

Observa se, para teores de N foliar, resultados inferiores ao descrito como adequado (27-35 g kg⁻¹) por (TRANI et al., 1983; MALAVOLTA et al., 1989; PAULETTI, 2004). Na safra 2006/07 na forma de utilização do azevém para cobertura e pré-secado, o teor de N foliar do milho atingiu nível adequado quando foi aplicado dose acima de 120 kg de N ha⁻¹ em cobertura na cultura do milho, enquanto que a dose de 60 kg de N ha⁻¹ em cobertura para o milho foi suficiente para atingir o nível adequado na forma de uso do azevém para pastejo, como pode ser observado na Figura 8.

Na safra 2007/08, não houve efeito das formas de utilização do azevém sobre o teor de N foliar do milho. Para as formas de utilização do azevém, o pastejo proporcionou o maior teor de N na folha (30 g kg⁻¹). Nessa safra o teor de N foliar do milho atingiu nível adequado quando foi aplicado 60 kg de N ha⁻¹ em cobertura na cultura do milho, na forma de utilização do azevém para pastejo e pré-secado, enquanto que o azevém para cobertura a dose de 120 kg de N ha⁻¹ para a cultura do milho foi suficiente para atingir o nível adequado como pode ser observado na Tabela 10.

O tratamento sem aplicação de N apresentou o menor teor de N foliar (Figuras 8 e 9) para as duas safras, respectivamente. Entretanto Sousa et al. (2002) observaram uma função quadrática, com a eficiência máxima em teor foliar de N na dose de 168,2 kg ha⁻¹ de N.

Fernandes (2006), estudando a dinâmica de N no milho em sucessão a aveia, concluiu que, independente da dose aplicada na semeadura, a maior porcentagem de N na planta é proveniente do solo, que na maioria das vezes, caracteriza-se como a principal fonte de N para a cultura do milho, pois, em qualquer sistema de manejo, ocorre interação do N aplicado com o orgânico do solo (HART et al., 1994).

Na safra 2006/07, a provável explicação para os resultados obtidos pode ter sido a baixa translocação de N das partes vegetativas para as reprodutivas, devido à falta de chuva entre o estágio R1 (florescimento) e R2 (grãos leitosos). De acordo com Ritchie et al., (2003), nessa fase o N e o P total da planta estão se acumulando rapidamente, e já ocorre realocação desses nutrientes das partes vegetativas para suas partes reprodutivas. Assim o amido começa a se acumular no endosperma aquoso, e os grãos começam um período de rápido e constante acúmulo de massa seca ou de enchimento de grãos.

Para Muzzilli et al. (1991), o nitrogênio é responsável pelo desenvolvimento vegetativo e pelo verde intenso das folhas. Esse elemento está associado ao crescimento vegetativo das plantas, participa da fotossíntese, aumenta a porcentagem total de proteínas; o peso da espiga e a porcentagem de óleo (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000). A deficiência provoca a elevação na relação carboidratos solúveis/proteínas, diminuição na quantidade de clorofila e alterações nos cloroplastos. Dada à diversidade de compostos nitrogenados na planta e à variedade de funções que desempenham, a falta do elemento provoca numerosas alterações no metabolismo, desarranjando a vida da planta (MALAVOLTA, 1986).

Fontoura e Moraes (2001) observaram diferenças significativas entre doses e fontes de N para rendimento de grãos e N foliar, cujos dados correlacionaram-se positivamente entre si, semelhantes a este estudo (Figura 8) na safra 2006/07. No entanto Fernandes; Buzetti e Silva, (1998) não encontraram diferenças significativas para N foliar, entre doses e parcelamentos de N.

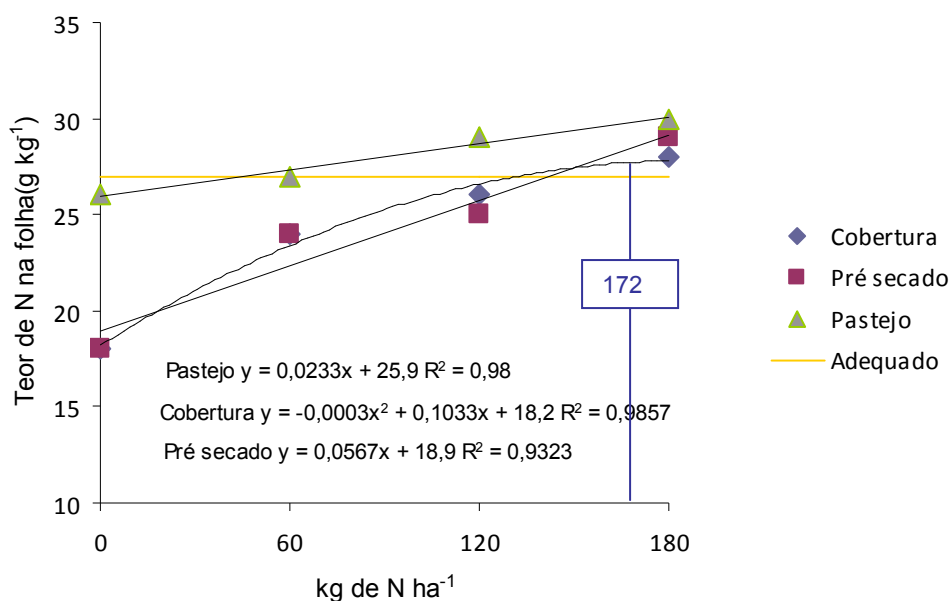


FIGURA 8 - Teor de N foliar no milho em função das diferentes formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicadas na cultura do milho. Castro – PR, 2006/07.

Campos (2004) avaliando a fertilização com sulfato de amônio na cultura do milho sobre braquiária, concluiu que a concentração de N na parte aérea do milho aumentou linearmente com as doses de N em cobertura, o que está de acordo com o presente estudo na safra 2007/08, Figura 9.

A eficiência de N pode variar amplamente, 31% a 67% durante os anos, segundo BOULDIN et al.,(1984). Para Argenta et al. (2003), existe alta correlação entre teor de clorofila na folha e concentração de N na planta, assim como entre o “status” de N na planta e produção de grãos.

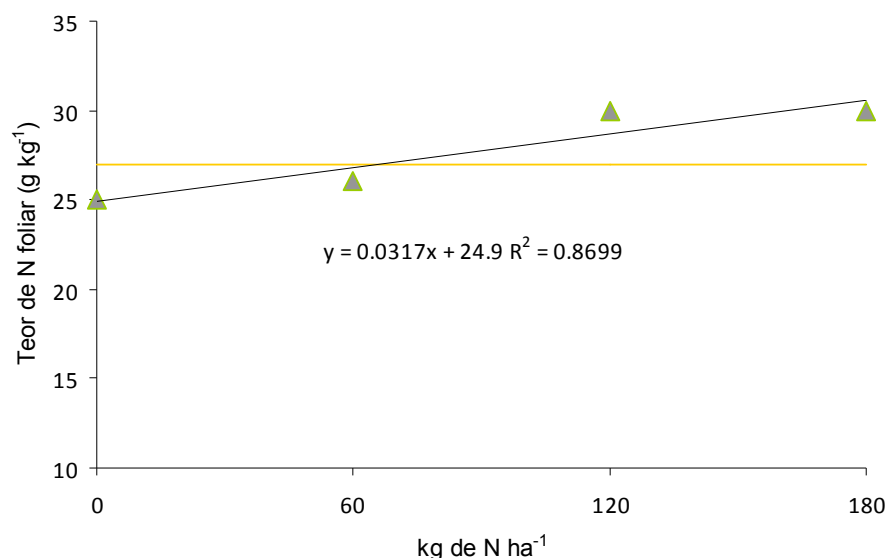


FIGURA 9 - Teor de N foliar no milho em função dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2007/08.

Maizlish et al., (1980) sugerem que as doses crescentes de nitrogênio aplicadas ao milho determinam o aumento de área foliar na planta e maior acúmulo de massa seca de raízes que, conseqüentemente, promovem aumentos significativos de integridade dos tecidos foliares em função da maior síntese de fotoassimilados e/ou da maior capacidade de absorção de nutrientes do solo pelas raízes.

4.2.1.5 Ponto de colheita

O ponto de colheita das plantas de milho para a ensilagem afeta diretamente a produção de forragem por área, a qualidade e o consumo de silagem obtida, determinando os níveis de produtividade a serem alcançados e conseqüentemente os resultados econômicos em determinado sistema de produção animal (CAETANO, 2001). Além disso, a determinação do momento de colheita é fundamental para o processo adequado de fermentação da forragem no silo.

Na safra 2006/07, o ponto de colheita ocorreu com 114 dias e na safra 2007/08 com 121 dias, embora o híbrido fosse o mesmo nas duas safras. A colheita das parcelas ocorreu quando os grãos de milho se encontravam com 1/3 a 2/3 da linha de leite (LL). O teor de MS da planta inteira do milho encontrava-se com 27,8%

e 32% na safra 2006/07 e 2007/08, respectivamente, enquanto a faixa de matéria seca (MS) considerada ideal, tanto para consumo, como para produção e conservação da silagem, situa-se entre 27% e 35% (FANCELLI E DOURADO NETO, 2004). Esse teor de MS deve coincidir com a consistência dos grãos de pastoso a duro (PIZARRO e ANDRADE 1976).

Assim como para o florescimento, na safra 2006/07, também o ponto de colheita ocorreu num menor período de tempo. Segundo Ferreira, (2001) conhecendo-se o ciclo da planta e os teores de matéria seca ao longo dele, pode-se utilizar, como critério, recomendar o corte para silagem de 40 a 50 dias após a emissão da inflorescência feminina do milho. Esse critério funciona razoavelmente bem para cultivares precoces, mas é influenciado pela disponibilidade de água, fertilidade de solo e cultivar de milho (TOURBIER e ROHWEDER, 1983).

Para Ferreira (2001), Ganoe e Roth, (1992), Crookston e Kurle (1988), o milho semeado em diferentes regiões e datas faz com que a cultura seja submetida, ao longo do seu ciclo, a diferentes manifestações climáticas, afetando a posição da linha de leite em relação aos respectivos teores de matéria seca. Wilson et al., (1973) verificaram variação do ciclo dos híbridos no período da floração à maturação, em três níveis de temperatura. No caso do presente trabalho, o fato de se encurtar o ciclo até a colheita, na safra 2006, pode estar relacionado a fatores climáticos, como temperatura mais alta e unidade calórica na fase do pendoamento e floração, que ocasionaram redução de produção. Para Denmead e Shaw (1960) estresse hídrico durante o florescimento pode reduzir o rendimento de grãos em até 50%.

4.2.1.6 Produção de Massa seca (MS)

A produção de MS foi afetada pela forma de utilização do azevém cultivado anteriormente ao milho nas safras 2006/07 e 2007/08. Os valores médios obtidos para variável produção de MS de milho para silagem encontram-se na Tabela 11.

Considerando as formas de utilização do azevém a maior maior produtividade de MS de milho foi obtida após o pastejo do azevém no ano 2006/07 e após pré-secado, no ano de 2007/08 (Tabela 11).

No tratamento com nitrogênio, em cobertura para o milho cultivado após azevém, a dose que resultou na produção de milho mais baixa em MS foi (0) zero kg de N ha⁻¹ para as duas safras. No ano 2006/07, a aplicação das doses de 60, 120 e 180 kg de N ha⁻¹, no milho, apresentaram respostas crescentes na produção de MS cultivado após azevém, utilizado na forma pré-secado e cobertura, enquanto, após o azevém pastejado, o milho apresentou resposta crescente na produção de MS nas doses de 60 e 120 kg de N ha⁻¹, como pode ser observado na Tabela 11. Nessa mesma safra, conforme a equação de regressão, observa-se que a dose de 263 kg de N ha⁻¹ proporcionaria a maior produção de milho em MS Figura 10. No ano 2007/08, para as doses de N, a produção de MS do milho aumentou linearmente a dose de 180 kg N ha⁻¹ Tabela 11.

O milho apresentou altas respostas à aplicação de nitrogênio em cobertura, cultivado após azevém. No ano 2006/07, observa-se produtividade que variou entre 10,2 e 14,6 t.ha⁻¹ MS de milho nas parcelas cultivadas após azevém para cobertura, entre 9,9 e 15,8 t.ha⁻¹ MS após azevém para pré-secado e entre 14,2 e 14,8 t.ha⁻¹ MS azevém pastejado, obtendo-se incrementos médios de 43,1%, 59,6% e 4,2% de MS, respectivamente, para o azevém cobertura, pré-secado e pastejo, respectivamente comparando-se as doses de 0 a 180 kg de N ha⁻¹. No segundo ano de cultivo, a produtividade variou entre 12,3 e 17,6 t.ha⁻¹ MS após azevém cobertura, entre 15,9 e 19,2 t.ha⁻¹ MS após azevém para pré-secado e entre 14,0 e 17,4 t.ha⁻¹ MS após azevém pastejado, incremento de 43,0%, 20,7% e 24,2% de MS para o azevém utilizado como cobertura, pré-secado e pastejo respectivamente, também comparando-se as doses de 0 a 180 kg de N ha⁻¹.

Os resultados encontrados por Assmann (2001) e Lang (2004) que avaliaram o efeito de aveia preta e azevém, com e sem pastejo e com e sem nitrogênio, indicam maior produtividade de grãos de milho nas áreas sem pastejo e sem N durante o inverno. Dados divergentes dos encontrados deste estudo.

Já Bassani (1996) obteve rendimentos de grãos de milho de 5.246 kg ha⁻¹, em cultivo sob SPD, após pastagem composta de aveia mais azevém, submetida ao pastejo de bovinos e 5.636 kg ha⁻¹ sobre a mesma pastagem sem pastejo, embora o autor não tenha observado diferença estatisticamente significativa entre esses valores.

Schneider (2008), estudando rendimento de milho silagem, submetido a doses de N em sucessão à pastagem consorciada de inverno, obteve maior

produtividade em MS de milho nas doses aplicadas de 200 e 300 kg de N ha⁻¹ nas áreas sem pastejo. Nas áreas com pastejo o milho não respondeu à aplicação de N, resultados semelhantes a este estudo na primeira safra.

No presente estudo, esse efeito nas diferentes formas de utilização do azevém ocorreu, possivelmente, devido à maior disponibilidade de N para as plantas, devido à presença dos excrementos dos animais e menores perdas de N, principalmente por lixiviação.

De acordo com Parsons et al., (1991) os excrementos dos animais, fezes e urina, são os dois principais componentes de fluxo de N nas pastagens, ainda que a distribuição seja em áreas reduzidas e de forma concentrada (HAYNES e WILLIAMS, 1993). Sendo assim, o pastejo aumenta o teor de matéria orgânica do solo, promove a emissão de novas folhas e raízes nas gramíneas pastejadas e a consequente renovação do sistema radicular, além do aporte de resíduos ricos em nutrientes e lignina, por meio das placas fecais (MORAES et al, 2008). Nesse sentido, os benefícios do pastejo nas propriedades químicas do solo, assim como ocorre no SPD, podem causar uma melhoria na fertilidade do solo devido ao acúmulo de matéria orgânica, além da alteração na reciclagem de nutrientes, melhoria na eficiência do uso de fertilizantes e capacidade diferenciada de absorção de nutrientes (LUSTOSA,1998).

Segundo Fontoura et al., (1998) o acúmulo de matéria orgânica em SPD já estabilizado, em regiões com condições climáticas favoráveis, tem permitido a obtenção de alta produtividade de milho com aplicação de quantidades relativamente baixas de N.

TABELA 11 – Valores médios obtidos para massa seca do milho planta inteira em função das diferentes formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2006/07 e 2007/08.

Dose N (kg.ha ⁻¹)	2006/07				2007/08			
	Forma de utilização do azevém				Forma de utilização do azevém			
		Pré- secado	Pastejo	Média		Pré secado	Pastejo	Média
0	10234	9985	14245	11488	12379	15988	14082	14150
60	12649	11812	14366	12942	13246	15227	15062	14511
120	12782	14996	14886	14222	16513	17105	16066	16561
180	14638	15838	14166	14881	17688	19255	17435	18126
Média	12576 B	13158AB	14416A	13383	14957 B	16894 A	15661AB	15837
CV (%)				12,5				11,8

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

F teste 2007, formas de utilização do azevém 0,0425*, dose 0,0022**;

F teste 2008, formas de utilização do azevém 0,0226*, dose <0,0001**.

Esses resultados estão de acordo com os trabalhos de Assmann et al., (2003) em Guarapuava-Pr, região com condição de clima semelhante ao de Castro-PR. Os autores obtiveram produtividade de milho superior em áreas que receberam maiores doses de N e pastejadas no inverno.

Neumann et al (2005), estudando rendimentos e componentes de produção de milho para silagem submetido a doses de N, em sucessão à aveia e azevém, encontraram resposta linear aos parâmetros analisados, resultados compatíveis com as do presente estudo, no segundo ano de cultivo.

As diferentes respostas obtidas nos anos 2006/07 e 2007/08 podem ter ocorrido em função da aplicação de N no azevém, quando esse foi utilizado para pré-secado e pastejo, acelerando a decomposição da massa residual e assim aumentando a disponibilidade de N para o milho. Fato não ocorrido quando azevém foi utilizado para cobertura. Assmann (2001), ao avaliar o efeito residual das diferentes doses de nitrogênio aplicadas na pastagem de inverno à cultura do milho, concluiu que é possível dispensar a adubação nitrogenada no milho quando a pastagem de inverno que antecedeu a lavoura foi bem adubada com N. Bona Filho (2002), também avaliando o mesmo sistema com a cultura do feijoeiro, concluiu que, no sistema de integração lavoura - pecuária, é viável a aplicação de altas doses de nitrogênio exclusivamente na pastagem, o que elimina a necessidade de aplicação na cultura sucessora.

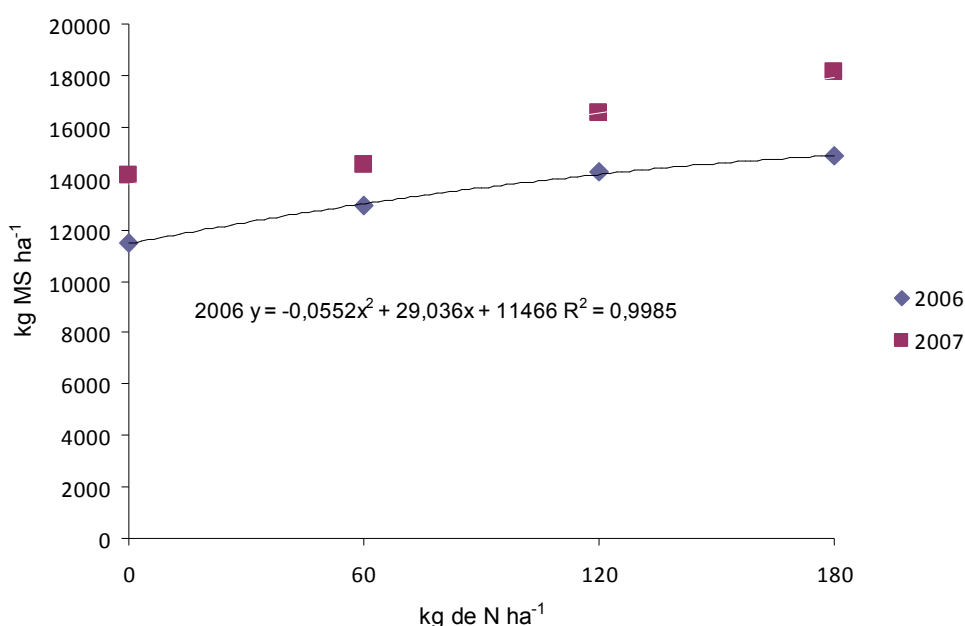


FIGURA 10 - Rendimento de massa seca (MS) em função dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2006/07 e 2007/08.

Cesarino (2006), ao avaliar adubação química e orgânica aplicadas em dois híbridos de milho diferentes, observou produtividade média de 9,13 e 10,8 t.ha⁻¹ MS para as testemunhas: 14,5 e 15,3 t. ha⁻¹ MS com adubação química, 12,0 e 15,3 t.ha⁻¹ MS para adubação orgânica. Esses resultados indicam que são variáveis as respostas dos híbridos à adubação.

Na safra 2006/07, a menor produtividade pode ser atribuída ao déficit hídrico no período de florescimento, como pode ser observado na Figura 1.

Segundo Mundstock, (1979) a produção é influenciada pela disponibilidade de água no solo, especialmente na fase que antecede ao pendoamento. As duas fases mais sensíveis para o déficit hídrico são o florescimento e a formação do rendimento, como pode ser observado (Anexo 2) durante o enchimento de grãos. No período de 3-5 dias da antese e polinização, chuva e umidade suportam o processo de transferência de pólen. A secagem dos estilo-estigmas ou a falha de polinização causam um severo impacto no rendimento, já o período de formação do rendimento é menos crítico, mas importante para o tamanho do grão (DOORENBOS e KASSAM, 1986). A extensão dos efeitos do déficit hídrico na planta depende da sua intensidade e da duração da sua capacidade genética em responder às mudanças do meio. Nas plantas, o desenvolvimento dos mecanismos de adaptação é influenciado pelo nível de CO₂, pela radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar (GRANT, 1992). A resposta mais significativa das plantas ao déficit hídrico consiste no decréscimo da produção da área foliar, do fechamento dos estômatos, da aceleração da senescência e da abscisão das folhas, para algumas espécies (TAIZ & ZEIGER, 2004).

As perdas de rendimento de grãos, em função do estresse hídrico moderado, por sete dias, em fases de desenvolvimento da cultura do milho (pendoamento, durante o florescimento e após a polinização) são de 25%, 50% e 21%, respectivamente, segundo Denmead e Shaw (1960). O estresse hídrico na cultura do milho, 30 a 60 dias após semeadura, reduz a produção em 25 % (SHAW E LAING, 1966).

Com relação à fitomassa seca residual, as parcelas com azevém pastejado e para pré-secado apresentaram menor quantidade de fitomassa residual que o azevém para cobertura de 1.403, 1.640 e 1.960 kg ha⁻¹, respectivamente. Essa diferença pode estar relacionada ao déficit hídrico e ao período de recuperação da fitomassa entre o último pastejo, ou corte para pré-secado e a implantação da

cultura do milho. Mesmo assim não houve influência na produtividade do milho em MS, o que discorda de Assmann et al., (2003) que, ao estudarem o rendimento do milho em SPD, na presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio, encontraram o ponto de máxima produção nas parcelas que receberam 60 kg de N ha⁻¹ e que foi obtido quando o resíduo da pastagem era 2.066 kg ha⁻¹. Para esses autores, a produtividade do milho aumenta linearmente com a quantidade de fitomassa seca deixada como resíduo.

Quanto maior a dose de N aplicada no milho, maior o teor de N foliar e maior o rendimento de MS kg ha⁻¹ (Figuras 8 e 9) o menor rendimento kg MS ha⁻¹ foi acompanhado pelos menores teores de N foliar, nas duas safras.

A eficiência do N, aplicado em cobertura na cultura do milho, em produção de MS, variou em função das doses e forma de utilização do azevém. No ano de 2006/07, a resposta em MS do milho por kg de N, na dose entre 0 e 180 kg de N ha⁻¹ aplicados no milho após azevém para cobertura, foi 24,4 kg, após azevém para pré-secado foi 32,8 kg, e após azevém para pastejo foi 5 kg até 120 kg de N ha⁻¹. Em 2007/08, a resposta em MS por kg de N aplicado na dose entre 0 e 180 kg ha⁻¹ foi 29,4 kg, 18,3 kg e 18,9 kg após azevém cultivado para cobertura, pré-secado e pastejo, respectivamente.

Esses resultados são inferiores aos encontrados por Neumann et al.(2005) que, avaliando rendimentos e componentes de produção de milho para silagem, em sucessão a aveia e azevém, e doses de N, encontraram resposta linear dos parâmetros analisados. E quando submetidos à análise de regressão, ajustaram-se linearmente, indicando que, para cada kg de N aplicado em cobertura no milho para silagem, houve aumento na produção de 58,9 kg e 112,9 kg ha⁻¹ de massa seca e massa verde, respectivamente. Para esses autores, os efeitos da adubação nitrogenada em cobertura no milho, é uma prática importante no contexto da fertilização de plantas, contribuindo para minimização dos custos de produção. Entretanto, para esses autores, a eficiência da adubação depende, entre outros fatores, das condições climáticas, tipo de solo, assim como da capacidade de extração de nutrientes pelas plantas durante o cultivo.

4.2.1.7 Análise Bromatológica

4.2.1.7.1 Proteína Bruta % (PB)

Os valores médios obtidos para a variável teor de PB na folha de milho, nas safras 2006/07 e 2007/08, encontram-se na Tabela 12. Para as duas safras, o maior teor PB na planta de milho foi obtido com a utilização do azevém para pastejo, sendo de 7,6 a 5,9%, respectivamente nas safras 2006/07 e 2007/08.

Para a safra 2006/07, forma de utilização do azevém cobertura, o maior teor de PB na planta do milho foi 7,3 e 7,4 nas doses de 120 e 180 kg N ha⁻¹, respectivamente, diferindo das demais doses. Para o pré-secado, o menor teor de PB na planta do milho foi 5,7 na dose de zero (0) kg N ha⁻¹, diferindo em relação às demais doses, que foram iguais entre si. Para o pastejo, as doses de N não afetaram o teor de PB.

Nota-se um efeito no aumento da percentagem de PB em função do maior nível de nitrogênio, e na forma de uso do azevém cobertura e pré-secado (Figura 11).

Para a safra 2007/08, independente da forma de utilização do azevém, o maior teor de PB foi 5,8 e 6,2, nas doses de 120 e 180 kg N ha⁻¹, diferindo em relação à dose zero (0) e 60 kg N ha⁻¹.

Possivelmente a ausência de resposta a aplicação de N, ocorreu pelo fato de os níveis de N no solo estarem satisfatórios para suprir as necessidades do milho.

A adubação nitrogenada quando excede as exigências das plantas forrageiras, proporciona maior taxa de absorção de íons nitrato e amônio que a taxa de utilização, resultando no acúmulo de nitratos nas plantas, aumentando a proporção de nitrogênio não-proteico (DOUGHERTY e RHYKERD, 1985). Para estes autores o teor de proteína é estimado pela porcentagem de nitrogênio total, determinada na forragem, sendo uma parte considerável de proteína bruta apresentada nos trabalhos de adubação nitrogenada, principalmente com níveis mais altos, pode ser nitrogênio não-proteico.

Mendes (2006) avaliando três híbridos de milho cortados para silagem quando os grãos se encontravam com ½ linha de leite (LL), obteve teores de 6,9 a 7,2% de PB utilizando 148,5 kg N ha⁻¹ em cobertura. Vilela et al (2008) estudando quatro híbridos, repetindo três híbridos dos estudados por Mendes (2006), obtiveram teores de 8,5 a 9,1% de PB utilizando 175 kg N ha⁻¹ em cobertura. Possivelmente a

maior quantidade de nitrogênio aplicada em cobertura em relação ao experimento de Mendes (2006) tenha contribuído para que os valores observados fossem superiores.

TABELA 12 - Valores médios obtidos para teor de proteína bruta (%) na massa seca do milho planta inteira em função das diferentes formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2006/07 e 2007/08.

Dose N (kg há ⁻¹)	2006/07				2007/08			
	Formas de utilização do azevém				Formas de utilização do azevém			
	Cobertura	Pré secado	Pastejo	Média	Cobertura	Pré secado	Pastejo	Média
0	5,7 A	5,7 A	7,7 A	6,4	4,9	4,8	5,3	5,0
60	6,0 B	6,7 B	7,6 A	6,8	5,2	5,0	5,8	5,3
120	7,4 A	6,9 A	7,9 A	7,4	5,7	5,6	6,0	5,8
180	7,3 A	7,9 A	7,3 A	7,5	6,3	6,0	6,3	6,2
Média	6,6	6,8	7,6	7,2	5,5 AB	5,3 B	5,9 A	5,6
CV (%)				6,1				10,3

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

F teste 2007, formas de utilização do azevém X dose 0,0011*;

F teste 2008, formas de utilização do azevém 0,0347*, dose 0,0001**.

Wassink (1989) estudou os níveis de 0, 90, 180 e 270 de N ha⁻¹ e encontrou teores de PB de 4,5 5,3 6,1 e 6,3 unidades percentuais na MS e produções de 12.800, 16.900, 17.400 e 17.000 kg ha⁻¹ de MS, valores muito próximos do presente estudo. O mesmo autor, avaliando ainda a proporção da espiga na planta do milho, encontrou 45,5%, 50,9%, 50,6% e 52% do total de kg MS produzida.

Segundo Nússio (1990), para obtenção de silagem de boa qualidade, a cultivar de milho deve apresentar 40-50% de grãos na massa seca do material ensilado. A alta percentagem de grãos na MS é muito importante, uma vez que os grãos são responsáveis por aproximadamente 50% do valor nutritivo (NÚSSIO 1990). Demonstrando a importância do conteúdo de grãos na qualidade da silagem Nússio (1992) cita dados de Hillman (1976) que, avaliando a quantidade de grãos por tonelada de silagem, obteve produção variando entre 65 a 219 kg, equivalente a 16 a 43,8% de grãos na massa seca do material e apresentou valores de 56 e 75 %NDT (nutrientes digestíveis totais), nível suficiente para produzir 1,7 e 2,3 L de leite por kg de MS, respectivamente.

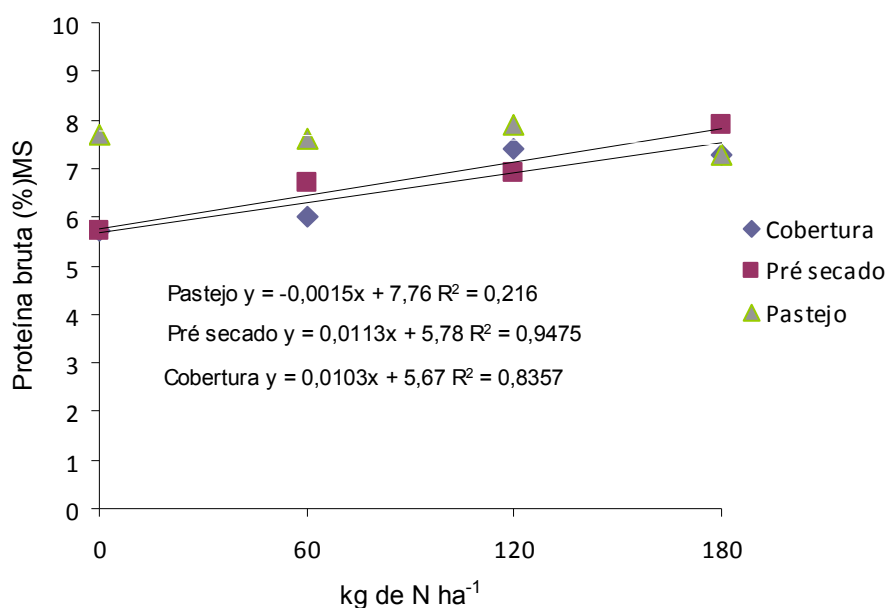


FIGURA 11 - Teor de proteína bruta (%) na massa seca da planta inteira do milho em função das formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2006/07.

Pelos resultados obtidos neste experimento, percebe-se que o teor de proteína bruta foi influenciado linearmente variando entre 0,1 e 1,4 unidades percentuais para cada 60 kg de N ha⁻¹ aplicado no milho em cobertura. O menor teor de PB da planta inteira de milho na safra 2007/08 pode ser atribuído, provavelmente, à diluição provocada pelo aumento da produção de MS na planta.

A redução do valor nutritivo da fração fibrosa com o avanço da idade é caracterizada pela redução nas concentrações de proteína bruta e carboidratos não estruturais e aumento nas concentrações dos constituintes da parede celular. Essas mudanças resultam dos efeitos acumulativos ocasionados pelas alterações da composição morfológica da porção fibrosa e pelas perdas de nutrientes nas frações morfológicas. As taxas de ocorrência dessas mudanças são provavelmente relacionadas às condições ambientais, tais como temperatura e precipitação pluviométrica (RUSSELL, 1986).

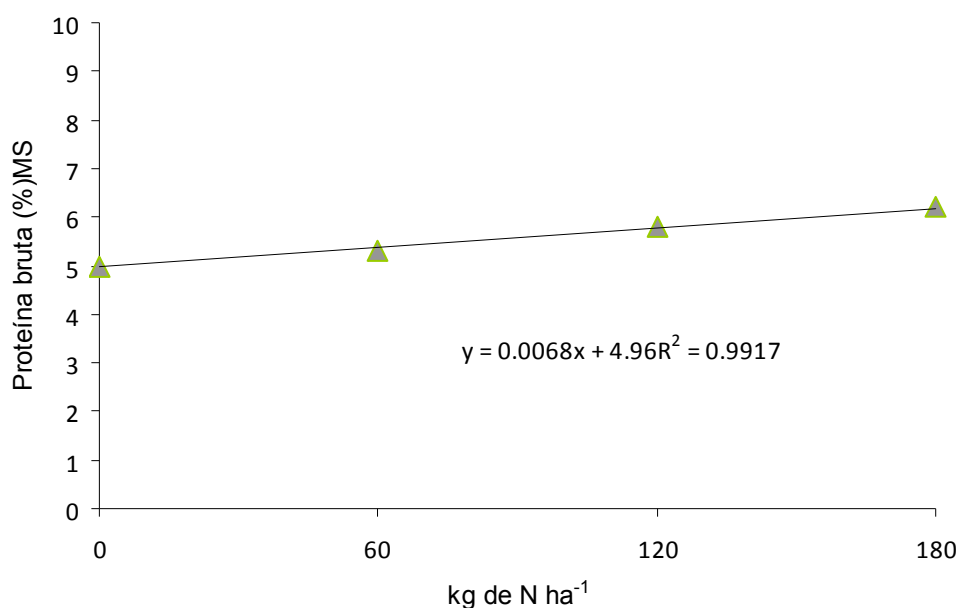


FIGURA 12 – Teor de proteína bruta (%) na massa seca da planta inteira do milho em função dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2007/08.

4.2.1.7.2 Fibra Detergente Neutro (FDN)

Os valores médios obtidos para variável teor de fibra detergente neutro (FDN) na planta de milho nas safras 2006/07 e 2007/08 encontram-se na Tabela 13. Para as duas safras, com relação ao teor de FDN na planta inteira do milho, não houve efeito significativo entre as formas de utilização do azevém analisados, observaram-se médias de 47% a 49% nas duas safras (Tabela 13). Esses valores situam-se na faixa de 44,7% a 72,11%, obtidas em diversos cultivares de milho no Brasil (PEREIRA et al., 1997 ALMEIDA FILHO et al., 1996 PENATI, 1995). Paiva (1992), ao estudar a influência do N, espaçamento e densidade no milho para silagem, encontrou valores médios de FDN de 68,82% a 69,24%.

Antoniali et al. (2003) avaliaram cultivares de milho para silagem, colhidos quando o grão apresenta-se entre o estágio de 1/3 e 2/3 da LL e encontraram teores de FDN de 58,9% e 58,8%. Nos EUA, os cultivares de milho apresentam valores que variam de 42,7% a 48,1%, de acordo com trabalhos desenvolvidos por diversos autores, (Hunt et al., 1993; Russel et al., 1992) o que demonstra variação nos teores de FDN em função dos cultivares utilizados.

TABELA 13 – Valores médios obtidos para fibra detergente neutro (%) na massa seca do milho planta inteira em função das diferentes formas de utilização do azevém cultivado antes do milho e dos níveis de nitrogênio aplicados na cultura do milho. Castro – PR, 2006/7 e 2007/8.

Dose N (kg.ha ⁻¹)	2006/07				2007/08			
	Forma de utilização do azevém				Forma de utilização do azevém			
	Cobertura	Pré-secado	Pastejo	Média	Cobertura	Pré-secado	Pastejo	Média
0	47	50	48	49	50	47	49	49
60	50	50	47	49	50	47	52	49
120	47	50	48	48	50	47	50	49
180	47	48	47	47	47	47	48	47
Média	48	49	47	48	49	47	50	49
CV (%)				4,0				3,0

F teste 2007, formas de utilização do azevem 0,3855ns, dose 0,8489ns;

F teste 2008, formas de utilização do azevem 0,0532ns, dose 0,3279ns.

Filya (2004) encontrou teores de FDN na planta de 52,3% e 48,4%, respectivamente, em plantas colhidas com 28,2% e 35,8% de MS. Para Caetano (2001), o teor de FDN é uma característica própria de cada cultivar milho e pode sofrer influência de vários fatores, como estágio de desenvolvimento em que a planta é colhida para ensilagem e a própria produção de grãos da cultura, que ocasiona o efeito diluição na planta de milho com a proximidade do ponto de maturidade fisiológica.

Wilkinson et al., (1978) afirmam que a maior proporção de grãos na massa ensilada é responsável pela redução do conteúdo de parede celular da silagem. No entanto Santos et al. (2002), avaliando diferentes híbridos de milho no Paraná, concluíram que a localização geográfica é um dos principais fatores de variação na qualidade da fibra e na qualidade da planta de milho.

5. CONCLUSÕES

- O milho em sucessão ao azevém, apresentou maior produtividade de massa seca da planta inteira, após o azevém utilizado como pastejo no primeiro ano de cultivo, e após azevém pré-secado, no segundo ano.
- As doses de nitrogênio aplicados em cobertura no milho cultivado após azevém utilizado como cobertura, pastejo e pré-secado devem ser superiores a 180 kg ha⁻¹.
- O aumento da dose de nitrogênio, aumentou o teor de proteína bruta (%) na planta inteira do milho.
- O teor de FDN (%) na massa seca da planta inteira do milho não foi influenciado pela forma de utilização do azevém e pela dose de nitrogênio aplicada em cobertura no milho.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As áreas para cobertura de azevém no inverno podem ser utilizadas na forma de pastejo e corte para pré-secado ou feno, sendo uma alternativa de exploração econômica para o agricultor e pecuarista, desde que permaneça uma fitomassa residual na área e que não comprometa a necessidade de palha para o sistema plantio direto.

A presença de animais em áreas agrícolas é vista ainda por muitos agricultores e técnicos como a causadora da compactação do solo, porém, conforme resultados de pesquisa essa presença tem mínimo efeito nas propriedades físicas do solo e não compromete o rendimento das culturas em sucessão à pastagem. A carga animal compatível com a massa de forragem disponível e a cobertura adequada do solo no sistema plantio direto são os fatores que reverterem os possíveis efeitos do animal.

No que concerne a produção de milho para silagem, em ILP o azevém utilizado na forma pastejada é vantajosa por apresentar menor risco e custo de produção de MS, é mais tolerante ao déficit hídrico. Por outro lado o azevém utilizado na forma de pré-secado é vantajoso principalmente para áreas distantes da produção forrageira da área de produção animal.

Na ILP, algumas preocupações devem ser levadas em conta separadamente, dentre elas, quanto de massa residual é ideal e quanto deve permanecer no sistema para se realizar o plantio direto, quando se corta o azevém cobertura para pré-secado e para o pastejo.

Quando se utiliza o azevém em ILP, a dessecação, antecedente ao término de seu ciclo, resulta na redução da produção de MS kg ha^{-1} do azevém, isso ocorre em detrimento do cultivo de milho e da sua produção. Nessas condições os ganhos na produção do milho, através do plantio na época adequada, já são conhecidos. Resta saber que ganhos se obteriam pela utilização do azevém por mais tempo, aproveitando o ciclo e o potencial de produção da planta, e o plantio de milho mais tarde.

Pesquisas e experiências, no sul do Brasil, demonstram que a produção em ILP é o sistema que mais traz retorno, comparado ao sistema tradicional, no entanto há necessidade de mais pesquisas, treinamentos e divulgação para agricultores, pecuaristas, assim como para técnicos, de como produzir nesse sistema.

Para futuros estudos de N para milho silagem, sugere-se utilizar doses de N acima das utilizadas no presente estudo, cuja maior dose aplicada em cobertura foi de 180 kg ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

AHRENS, D.C.; OLIVEIRA, J. C. Efeitos do manejo Azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) na produção de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 1, p. 41-47, 1997.

AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M. R.; DALMON, R. S. D. (coord.). **Atualização em recomendação de adubação e calagem**: ênfase em plantio direto. Santa Maria: Pallotti, 1997. p. 76-111.

ALMEIDA FILHO, S. L. **Avaliação de cultivares de milho (*Zea mays* L.) para silagem**. 1996. 53 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1996.

ALVIM, M. J.; MARTINS, C.E.; BOTREL, M. de A.; CÓSER, A.C. Efeito da fertilização nitrogenada sobre a produção de matéria seca e teor de proteína bruta do azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) nas condições da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 16, n.6, p. 606-615, 1987.

ALVIM, M. J.; TAKAO, L.C.; YAMAGUCHI, L.C.T.; VERNEQUE, R.da S.; BOTREL, M.A.; CARVALHO, J. de C. Efeito da aplicação de nitrogênio em pastagens de azevém sobre a produção de leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 18, n.1, p. 21-31, 1989.

ALVIM, M. J. **Efeito de doses de nitrogênio e leguminosas, frequências e diferimentos aos cortes sobre o rendimento e qualidade da forragem do azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e produção de sementes**. 1981. 129 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1981.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 24, p. 241-248, 2002.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J. Estimativa da adubação nitrogenada para milho em sistemas de manejo e culturas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 553-560, 2000.

ANDRADE, A. G. de; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D. de; SARRUGE, J. R. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L) I. Acumulação de nutrientes. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”**, v. 32, p. 115-149, 1975.

ANTONIALI, M.; REIS, R. A.; MOREIRA, A. L.; SIMILI, F. F.; MARCELINO, H. A. B. Avaliação de cultivares de milho (*Zea Mays* L.) para a produção de silagem: Produção de matéria seca e análise morfológica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003. Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2003. 1 CD.

ARGENTA, G.; SANGOI, G.; SILVA, P.R.F. da.; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L.C.; STRIEDER, M. FORSTHOFER, E.L.; SUHRE, E. Potencial de rendimento de grãos de milho em dois ambientes e cinco sistemas de produção. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.4, p. 27-34, 2003.

ARGENTA, G. **Manejo do nitrogênio em milho implantado em semeadura direta, em dois ambientes**. 1998. 108 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

ARNON, I. **Mineral nutrition maize**. Bern: International Potash Institute, 1975. 452 p.

ASSIS, A. G. Produção de leite a pasto no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. 1997. Viçosa. *Anais...* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.381-404.

ASSMANN, T. S.; RONZELLI JUNIOR, P.; MORAES, A.; ASSMANN, A. L.; KOEHLER, H. S.; SANDINI, I. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 675-683, jul./ago. 2003.

ASSMANN, A. L. **Adubação nitrogenada de forrageiras de estação fria em presença e ausência de trevo branco, na produção de pastagem e animal em área de integração lavoura-pecuária**. 2002. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) - Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

ASSMANN, T. S. **Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio**. 2001. 80 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

ASSMANN, T. S. **Rendimento de milho em áreas de integração lavoura-pecuária sobo sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio**. 2001. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) - Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

AULAKH, M. S.; DORAN, J. W.; WALTERS, D. T. Crop residue type and placement effects on denitrification and mineralization. **Soil Science Society of America Journal**, v. 55, p. 1020-1025, 1991.

BAL, M.A.; COORS, J.G.; SHAVER, R.D. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2497-2503, 1997.

BALBINOT JR., A. A.; BIALESKI, M.; BACKES, R. L. Épocas de manejo de plantas de cobertura do solo de inverno e incidência de plantas daninhas na cultura do milho. **Agropecu. Catarinense**, v. 18, n. 3, p. 91-94, 2005.

BALL, P. R.; CRUSH, J. R. Prospects for increasing symbiotic nitrogen fixation in temperate grassland. In: PROCEEDINGS 15TH INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 1985. Kyoto, 1985. p. 56-62.

BASSANI, H. J. **Propriedades físicas induzidas pelo plantio direto e convencional em área pastejada e não-pastejada**. 1996. 90f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.

BAUER, C.; COLE, C. V.; BLACK, A. L. Soil property comparisons invirgin grassland between grazed and nongrazed management systems. **Soil Science Soc. Am. J.**, Madison, v. 51, p. 176-182, 1987.

BEETZ, A. A brief overview of nutrient cycling in pastures. Disponível em: < <http://attra.ncat.org/attra-pub/nutcycle.html> >. Acesso em: 22 abr. 2008.

BENEZ, S.H. Semeadura direta e seus efeitos na produção de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11., 1981, Brasília. **Anais...** Brasília: Editerra, 1983. p.1425-1438.

BONA FILHO, A. **Integração lavoura-pecuária com a cultura do feijoeiro e pastagem de inverno, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio**. 2002. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

BOULDIN, D. R.; KLAUSNER, S. D.; REID, W. S. **Use of Nitrogen from manure**. In: **Nitrogen in crop production**. Published by American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. Madison: Wisconsin-USA. 1984. p. 221-243.

BRAIDA, J.A.; REICHERT, J.M.; SOARES, J.A.D.; REINERT, D.J.; SEQUINATO, L. & KAIZER, D.R. Relações entre quantidade de palha existente sobre o solo e a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., Santa Maria, 2004. Anais. Santa Maria, Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2004. CD-ROM.

BRAGAGNOLO, N.; MIELCNIZUC, J. Coberturas do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, p. 91-98, 1990.

BRIGGS, A. R.; LANGSTON, C. W.; ARCHIBALD, J. C. Definitions of silage terms. **Agronomy Journal**, Madison, v. 53, n. 4, p. 280-282, jul/ago. 1961.

CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de corte para produção de silagem**. 2001. 178 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P.; COSTA, M. B. B.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. 346 p.

CAMARGO, F. A. O.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; VIDOR, C. Nitrogênio orgânico do solo. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p.117-133.

CAMPOS, A. X. de. **Fertilização com sulfato de amônio na cultura do milho em um solo do cerrado de Brasília sob pastagem de *Brachiaria decumbens***. 2004. 119 f. Tese (Doutorado em solos e Nutrição de plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

CAMPOS, R. M.; SANTOS, I. R. **Efeito da idade de corte sobre a produção e composição química-bromatológica de azevém (*Lolium multiflorum* Lam)**. Informativo Fundação ABC, 3(14):23-25, 2001.

CANTARELLA, H.; GALLO, P. B. & CAMARGO, A. P. Modos de aplicação de fertilizantes nitrogenados em milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 18. Guarapari, 1988. *Resumos*. Vitória, SEAG-ES/EMCAPA/EMATER-ES/SBCS, 1988. p.37-38.

CARVALHO, P. C. F.; SANTOS, D. T.; NEVES, F. P. Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. In: DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; SANTANA, D. M. et al. (Org.). **Sustentabilidade Produtiva do Bioma Pampa**. Porto Alegre: Gráfica Metrópole Ltda., v.1, p. 23-60. 2007.

CASSOL, L. C. **Relação solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. Porto Alegre, 2003. 114 p. Tese de Doutorado em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CESARINO, R. O. **Milho fertirrigado com dejetos líquidos de suínos para ensilagem**. 2006, 51 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Unifenas, Alfenas, 2006.

CERETTA, C. A. et al. Produção e decomposição de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ci. Rural**, v. 32, n. 1, p. 49-54, 2002.

CERETTA, C. A.; FRIES, M. R. Adubação nitrogenada no sistema plantio direto. In: NUERNBERG, N. J. **Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto**. Lages: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 1998. p. 111-120.

CHRISTIANEN, M., DE BRUYNE, L., 2002. **Een goede graskuil moet je verdienen**. Landbouw & Techniek, 2002 (24 mei) 45-47.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de. Seja doutor do milho: nutrição e adubação. **Informacoes Agronomicas**, Piracicaba, n.71, set. 1995. Arquivo do Agrônomo, Piracicaba, n.2, p.1-9, set. 1995. Encarte.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. BAHIA FILHO, A. F. C.; GUEDES, G. A. A. Balanço de nitrogênio (15 N) em um latossolo vermelho-escuro, sob vegetação de Cerrado, cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, p. 187-193, 1991.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Série histórica de produtividade: Milho – Brasil – safras 2007/08**. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/MilhoSeriehist.xls>>. Acesso em: 8 mar. 2009.

CONSALTER, M. A. S. **Sistema integrado lavoura-pecuária e compactação em latossolo bruno**. 1998. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

COOMANS, D., VAN EETVELT, V., 1999. **Gras van veld tot voer**. Brochure, Tongerlo. LCV. CROOKSTON, R.K.; KURLE, J. E. Using the kernel milkline to determine when to harvest corn silage. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 1, p. 293-295, 1988.

CORRÊA, J.C.; REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso de pastagens sobre propriedades de um latossolo amarelo da Amazônia central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, p. 107-114, 1995.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S.; FERREIRA, J. J. **Produção e Utilização de Silagem de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2001. 544 p.

CRUZ, J. C. Cultivares de milho para silagem. In: ENCONTRO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA. Anais... Viçosa, 1998.

DE BRABANDER, D., 1991. **Invloedsfactoren op de kwaliteit van geconserveerde graslandproducten voor melkvee**. Demonstratie grasoogst, 1991 (22 mei) 31-34.

DEBARBA, L.; AMADO, T. J. C. Desenvolvimento de sistemas de produção de milho no sul do Brasil com características de sustentabilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 21, p. 473-480, 1997.

DENMEAD, O. T.; SHAW, R. H. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 52, p. 272-274, 1960.

DOUGHERTY, C.T. ; RHYKERD, C.L. The role of nitrogen in forage-animal production. In: HEATH, M.E.; BARNES, R.F., METACALFE, D.S. (4^a ed.). **FORAGES; THE SCIENCE OF GRASSLAND AGRICULTURE**. Iowa State University, Ames, Iowa, 1985. p. 318-325.

DOORENBOS, J. AND KASSAM, A.H. (1986) Yield Response to Water, Irrigation and Drainage Paper 33. Food and Agricultural Organization of the United Nations: Rome. Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. (1992) Crop Water Requirements, Irrigation and Drainage Paper 24. Food and Agricultural Organization of the United Nations: Rome.

DUARTE, A. P.; KIEHL, J. C.; CAMARGO, M. A. F.; RECO, P. C. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares de milho originárias de clima tropical e introduzidas de clima temperado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 3, p. 1-19, 2003.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivares de Milho disponíveis no mercado de sementes do Brasil para safra 2006/07**. Disponível em <http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/index.php>. Acesso em 27 abr. 2007.

ENTZ, M. H. et al. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains. **Agron. J.**, v. 94, n. 1, p. 204-213, 2002.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (2004). **Produção de milho**. 2. ed. Piracicaba: Livroceres, 2008. 360 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Milho Tecnologia e Produção**. Piracicaba: ESALQ/ USP/ LVP, 2005. 149 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FERNANDES, F. C. S. **Dinâmica do nitrogênio na cultura do milho (*Zea Mays* L.), em cultivo sucessivo com aveia preta (*Avena strigosa*), sob implantação do sistema plantio direto**. 2006. 197 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

FERNANDES, F. C. S.; BUZETTI, S.; SILVA, M. M. Influência de diferentes níveis e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em latossolo sob vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 22, p. 247-254, 1998.

FERREIRA, J. J. Avaliação do teor de matéria seca do milho e do estágio de maturação adequado para silagem. In: **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa, 2001. p. 429-444.

FERREIRA, J. J. Características qualitativas e produtivas da planta de milho e sorgo para silagem. In: **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa, 2001. p. 383-404.

FILYA, I. Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 116, p.141-150, 2004.

FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CASSOL L. C.; CARVALHO P. C. de F.; DAL BELO LEITE, J. G.; FRAGA T. I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 771-780, 2007.

FLORES, J. P.C. **Atributos de solo e rendimento de soja em um sistema de integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo em plantio direto com aplicação de calcário em superfície**. 2004. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo do que está por trás do que se vê. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2004. 213 p.

FONTOURA, S. M. V. **Adubação Nitrogenada na cultura do milho em Entre Rios, Guarapuava, PR**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2005. 94 p.

FONTOURA, S. M. V.; MORAES, R. P. Rendimento de milho sob diferentes fontes e doses de nitrogênio em cobertura em solo sob plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28., 2001, Londrina. Resumos... Londrina: EMBRAPA/ IAPAR/ UEL/ UEM, 2001, p. 202.

FONTOURA, S. M. V.; BLUM, M. M. C.; NOVATIZKI, M. R.; CLAZER, E. R. Efeito da aplicação de nitrogênio em cobertura e da população sobre o rendimento e a qualidade de grãos de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. 22., 1998, Recife. Resumos... Recife: ABMS, IPA, Embrapa Milho e Sorgo, 1998. 4 p.

FORNASIERI FILHO, D.; CASAGRANDE, J. R. R. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p.1-10, 2002.

FRAGA, T. I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 771-780, 2007.

FRANÇA, G. E.; COELHO, A. M.; RESENDE, M.; BAHIA FILHO, A. F. C. Parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho irrigado. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo: 1992-1993. Sete Lagoas, 1994. p. 28-29.

FUNDAÇÃO ABC, **agrobanco**: banco de dados agronômicos. Disponível em: <<http://www.fudacaoabc.org.br/agrobanco.htm>>. Acesso em 20 mai. 2009.

GANOE, K. H.; ROTH, G. W. Kernel milkline as a harvest indicator for corn silage in Pennsylvania. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 5, p. 515-523, 1992.

GARCIA, R.; ROCHA, F. C.; BERNARDINO, F. S.; GOBBI, K. F. Forrageira utilizadas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L; SILVA, A. A. da; AGNES, E. L. (Eds.). **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa: UFV, 2004. p. 331-352.

GEEL, S. B. **Kwaliteit em graslandmanagement; een praktijkonderzoek op Vlaamse melkveebedrijven**. Thesis Doctorandus, Kempen. Katholieke Hoogeschool Kempen. Belgie, 2003. 93 p.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 27, n. 2, p. 325-334, 2003.

GIARDINI, A.; GASPARINI, F.; VECCHIETTINI, M.; SCHENONI, P. Effect of maize harvest stage on yield, plant composition and fermentation losses. **Animal Feed Science and Tecnology**, Amsterdam, v. 1, p. 313-326, 1976.

GONÇALVES, J. O. N. Nitrogênio e produção de matéria seca do azevém. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 47-51, 1979.

GRANT, R.F. Interaction between carbon dioxide and water deficits affecting canopy photosynthesis: simulation and testing. **Crop Science**, Madison, v.32, p.1322-1328, 1992.

GRIEVE, D. G.; STONES, J. B.; MACLEOD, G. K.; KURTIS, R. A. All silage forage programs for dairy cattle. II. Performance through three lactation, **Journal of Dairy Science**. Champaign, v. 63, n. 4, p. 594-602, 1980.

HANWAY, J. J. Corn growth and composition in relation to soil fertility. II Uptake of N, P, and K and their distribution in different plant parts during the growing season. **Agronomy**, v. 54, p. 217-222, 1962.

HART, S. C.; STARK, J. M.; DAVIDSON, E. A.; FIRESTONE, M. K. Nitrogen mineralization immobilization and nitrification. In: BIGHAM, J. M. (ed). **Methods of analysis: Microbiological and biochemical properties**. Madison: SSSA, 1994. p. 985-1017.

HAY, R. E.; EATLEY, E. B.; De TURK, E. E. Concentration and translocation of nitrogen compounds in the corn plant (*Zea mays* L) during grain development. **Plant Physiology**, v. 28, p. 606-621, 1953.

HAYDOCK, K. P.; SHAW, N. H. The Comparative method for estimating dry matter yield of pasture. **Australian Journal of Experimental Agriculture and animal Husbandry**, v. 15, p. 663-670, 1975.

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, New York, v.49, p.119-199, 1993.

HEINZMANN, F. X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 9, 1985, p. 1020 - 1030, 1985.

HILMAN,D.; FOX,D.G. **Production of corn silage, corn silage**. East Lansing: Michigan State University, 1976.p.19-22. (Extension Bulletin E-1130).

HOLMES, C. W. Produção de leite a baixo custo em pastagens:uma análise do sistema neozelandês. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO, 2., 1995. Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1995. 1995. p. 69-95.

HUNT, C. W.; KEZAR, W.; HINMAN, D. D. et al. Effects of hybrid and ensiling with and without a microbial inoculant on the nutritional characteristics of whole-plant corn. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 1, p. 38-43, 1993.

IAPAR. Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Disponível em: [http://www.iapar.br/Sma/Cartas Climáticas/Classificação Climática.htm](http://www.iapar.br/Sma/Cartas_Climáticas/Classificação_Climática.htm). Acesso em 25 mar 2007.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200807_5.shtm. Acesso em: 8 mar. 2009.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção pecuária. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa/4ºtri_2008.shtm. Acesso em: 7 maio 2009.

JANSSEN, H. P.; GIARDINI, W. V. **Silagem pré-secada**. Guia técnico n.1. 2ª ed. Castro: CCPL. 1995. 25p.

JOHNSON, R. R.; MCCLURE, K. E. Corn plant maturity. IV Effects on digestibility of corn silage in sheep. **Journal of Animal Science**, Campaign, v. 27, p. 535-540, 1968.

JONES, R. K.; DALGLIESH, N. P.; McCOWN, R. L. Sustaining multiple production systems: 4. Ley pastures in croplivestock systems in the semi-arid tropics. **Tropical Grasslands**, v. 25, p.189-196, 1991.

KARLEN, D. L.; FLANNERY, R. L.; SADLER,E. J. Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn. **Agronomy Journal**, v. 80, p. 232-242, 1988.

KUNZ, R. P. **Influência do arranjo de plantas e da população em características e produtividade do milho**. 2005. 115 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2005.

LANG, C. R. **Pastejo e Nitrogênio afetando atributos da fertilidade do solo e rendimento de milho em sistema de integração Lavoura e Pecuária**. 2004. 91 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

LANZANOVA, E. M.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C.; REINERT, D. J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura e pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1131-1140, 2007.

LARA-CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O.; KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura do milho, em sistema plantio direto no Triângulo Mineiro, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 363-376, 2000.

LEÃO, T.P.; SILVA, A.P.; MACEDO, M.C.M.; IMHOFF, S. & EUCLIDES, V.P.B. Intervalo Hídrico Ótimo na avaliação de sistemas de pastejo contínuo e rotacionado. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 28: 415-423, 2004.

LOPES, V.; NOGUEIRA, A.; FERNANDES, A. **Cultura de azevém**. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. DRAEDM (Direção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho. Ficha técnica 53.Ed. On-line 2006.

LUPATINI, G. C.; RESTLE, J.; CERETTA, M. et al. Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. I - Produção e qualidade de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 11, p. 1939 – 1943. 1998.

LUPATINI, G. C.; RESTLE, J.; CERETTA, M. ; et al. Avaliação da mistura de aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. II. Produção de forragem. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993. Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p.72.

LUSTOSA, S. B. C. **Efeito do pastejo nas propriedades químicas do solo e no rendimento de soja e milho em rotação com pastagem consorciada de inverno no sistema plantio direto**. 1998. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

MAGALHÃES P. C.; DURÃES, F. M. O.; OLIVEIRA, A. C. de. Efeitos do quebramento do colmo no rendimento de grão de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 3, p. 279-289, jul./set. 1998.

MAIZLISH, N. A.; FRITTON, D. D.; KENDALL, W. A. Root morphology and early development of maize at varying levels of nitrogen. **Agronomy Journal**, v. 72, n. 1, p. 25-31, 1980.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Potafós, 1989. 201 p.

MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro. In: RENA, A. B. et al.(ed.) **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. 1986. Piracicaba. Anais... Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 165-274.

MALAVOLTA, E. Matéria orgânica. In: **Manual de Química Agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo: Cres, 1976.

MAZZANI, A.; MARINO, M. A.; LATTANZI, F. et al. **Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y la calidad del forraje de Avena y Raigrás anual en el sudeste Bonariense**, Uruguai: INTA, 1997.

MCCULLOUGH, M. E. **Silage Research at Georgia Station**. Athens: University of Georgia, 1970. 46 p.

MEDEIROS, R. B.; SAIBRD, J. C.; BARRETO, I. L. Efeito do N e da população de plantas no rendimento e qualidade do sorgo sordan (*sorgum bicolor* L. Moench) x *sorghum sudanense* Piper Stapf. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 8, n. 1, p. 75-87, 1979.

MENDES, M.C. **Desempenho de híbridos comerciais e experimentais de milho obtidos a partir de linhagens de alta e baixa degradabilidade ruminal da matéria seca**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006. 57p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, 2006.

MOLIM, R. **Subsistemas de Produção em Plantio Direto**: Explorando alternativas econômicas rentáveis para o inverno. Castro: Fundação ABC, 2008. 104 p.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura de solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó: Monegat, 1991. 337 p.

MONTEIRO, F. A.; WERNER, J. C. Ciclagem de nutrientes minerais em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, I, 1989. Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FUNEP, 1989. p. 149-192.

MORAES, A.; RIOS, E.; MEDRADO, R. D. Impacto animal em áreas agrícolas. In: **Produção de leite em sistemas integrados de agricultura-pecuária**. Curitiba: Emater, 2008. p. 44-55.

MORAES, A.; LUSTOSA, S. B. C. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997. Maringá. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p.129-149.

MORAES, A. **Produtividade animal e dinâmica de ume pastagem de pangola (*Digitaria decumbens stent*).Azevém (*Lolium multiflorum* Lam) e trevo branco (*Trifolium repens* L.) submetidas a diferentes pressões de pastejo**. 1991. 220 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. In: **Transformações bioquímicas e ciclos dos elementos no solo**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. 625 p.

MOTT, G. O. Relationship of available forage and animal performance in tropical grazing systems. IN: Forage and Grassland Conference (1984: Houston, Texas), **Proceedings...**, Lexington: American Forage and Grassland Council, 1984. p. 373-7.

MUNDSTOCK, C.M. A interação entre o número de plantas e nível de adubação nitrogenada em cobertura em milho (*Zea mays* L.). **Agronomia Sul-riograndense**, Porto Alegre, v.15, p. 111-118, 1979.

MUZZILLI, O.; OLIVEIRA, E. L.; CALEGARI, A. Manejo fertilidade do solo. In: **A cultura do milho no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1991, p. 97-120.

NEME, N. A. **Leguminosas para adubos verdes e forragens**. 4. ed. Campinas: IAC, 1996. 28p.

NEPTUNE, A. M. L. Efeito de diferentes épocas e modos de aplicação do nitrogênio na produção do milho, na quantidade de proteína, na eficiência do fertilizante e na diagnose foliar utilizando sulfato de amônio - 15N. **Anais da ESALQ**, v. 34, n. 1, p. 515-39, 1977.

NEUMANN, M.; SANDINI, I. E.; LUSTOSA, S. B. C.; OST, P. R.; ROMANO, M. A.; FALBO, M. K.; PANSEIRA, E. R. Rendimentos e componentes de produção da planta de milho (*Zea mays* L.) para silagem, em função de níveis de adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 3, p. 418-427, 2005.

NÚSSIO, L. G. Produção de silagem de milho de alta qualidade. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, 1992, Porto Alegre, RS. **Conferências...** Porto Alegre; SSA/SCT/ABMS/EMATER-RS/EMBRAPA-CNPMS, 1992.p.155-175.

NÚSSIO, L. G. Produção de silagem de milho de alta qualidade para animais de alta produção. IV Simpósio sobre nutrição de Bovinos. Anais... Piracicaba, 1991.

NUSSIO, L.G. A cultura do milho e sorgo para a produção de silagem. In: FANCELLI, A.L. (Coord). **Milho**. Piracicaba: FEALQ / ESALQ / USP, 1990. p. 58-88.

PAIVA, E.L. **Influência de níveis de nitrogênio, espaçamento e densidade no rendimento forrageiro e qualidade da silagem de milho (*Zea mays* L.)**. 1992. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Fitotecnia)- Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

PARSONS, A.J.; ORR, C.O.; PENNING, P. D.; LOCKYER, D.R. Uptake, cycling and fate of nitrogen in grass-clover swards and its effect on pasture fertility by sheep. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge. 116:47-61, 1991.

PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2ª ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 795 p.

PAULETTI, V. **Nutrientes: Teores e Interpretações**. 2ª ed. Castro: Fundação ABC, 2004. 86 p.

PAULETTI, V. **Nutrientes: Teores e Interpretações**. 1ª ed. Campinas: Fundação ABC/Fundação Cargill, 1998. 59 p.

PENATI, M. A. **Relação de alguns parâmetros agrônômicos e bromatológicos de híbridos de milho (*Zea mays* L.) com a produção, digestibilidade e teor de matéria seca da planta**. 1995, 97 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

PEREIRA, J. R.; REIS, R. A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. 2001. Maringá. Anais... Maringá : UEM/ CCA/ DZO, 2001. 319 p.

PEREIRA, O. G.; et al. Produtividade de uma variedade de milho (*Zea mays* L.) e de três variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e o valor nutritivo de suas silagens. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 31-38, 1997.

PIZARRO, E. A.; ANDRADE, N. S. Momento de colheita em uma cultura de milho para silagem. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, n. 47, p. 9-11, 1976.

POWELL, J. M.; IKPE, F. N.; SOMDA, Z. C.; FERNÁNDEZ-RIVERA, S. Urine effects on soil chemical properties and the impact of urine and dung on pearl millet yield. **Experimental Agriculture**, v. 34, n. 3, p. 259-276, 1998.

QUIRRENBACH, I. C. **Espaçamento e população de plantas em híbridos de milho sob plantio direto**. 2007. 121 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - agricultura) – Universidade Estadual Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2007.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for management**. 2.ed. New York: Wiley, 1997. 588 p.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLAN, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**, 2.ed., Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1996. 285p.

REHEUL, D.; BEHAEGE, T. **Grasland en groenvoedergewassen**. RUG, faculteit landbouwkundige en toegepaste wetenschappen Vakgroep plantaardige productie, 1998. 115p.

RESENDE, H. A produção de milho para silagem. In: **Forrageiras para o gado leiteiro**. São Paulo: Tortuga/ Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1997. p. 17-25.

RESTLE, J.; LUPATINI, G. C.; VALENTE, A. V. ; et al. Avaliação da mistura de aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. Produção animal. In: REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA

DE ZOOTECCIA, 30., 1993. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p. 71.

RITCHIE, S. W. ; HANWAY, J. J. ; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve**. Piracicaba: Potafós, 2003. 20 p.

ROMAN, E. S.; DIDONET, A. D. **Controle de plantas daninhas no sistema de plantio direto de trigo e soja**. Passo Fundo: Embrapa, 1990. 32 p.

RUSSEL, J. R.; IRLBECK, N. A.; HALLAUER, A. R.; BUXTON, D. R. Nutritive value and ensiling characteristics of maize herbage as influenced by agronomic factors. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 38, p. 11-24, 1992.

RUSSEL, J.R. Influence of harvest date on the nutritive value and ensiling characteristics of maize stover. **Animal Feed Science and technology**, Amsterdam, v.14, p.11-27, 1986.

SÁ, J.C.M. Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas de manejo convencional e plantio direto. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001. 141p. (Tese de Doutorado).

SÁ, J. C. M. **Manejo do nitrogênio na cultura do milho no sistema plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 24 p.

SÁ, J. C. M. Manejo de fertilidade de Solo no Plantio Direto, Castro: Fundação ABC, p.96,1993.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. L. F.; ALMEIDA, M. L.; HERBELE, P. C. Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short summer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 861-869, jun. 2001.

SANTOS, P. G.; JULIATTI, F. C.; BUIATTI, A. L.; HAMAWAKI, O. T. Avaliação do desempenho agrônomo de híbridos de milho em Uberlândia, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 597-602, 2002.

SAYRE, J. D. Mineral accumulation in corn. **Plant Physiology**, v. 23, n. 3, p 267-281, 1948.

SCHNEIDER, T. R. **Rendimento de milho para silagem cultivado em sucessão à pastagem consorciada de inverno no sistema de integração lavoura e pecuária**. Paraná, Curitiba, 2008.

SEVERINO, F. J.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 223-228, 2001.

SHAVER, R. Chop corn at on-fourth to three fourths milkline. **Hoard's Dairyman**, Fort Atkinson, v.142, n.5, p.636 Sept .1997.

SHAW, R. H.; LAING, D. R. Moisture stress and plant response. In: PIERRE, W. H.; DIRKMAN, D.; PERK, J.; SHAW, R. H., (Eds). **Plant environment and efficient water use**. Wisconsin: American Society of Agriculture and Soil Science Society America. 1966. p. 73-94.

SILVA, D. J. **Análise de Alimentos** (métodos químicos e biológicos). 2ª ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1990.

SILVA, J. C. P. M. da. **Esterco líquido de gado de leite e adubação mineral influenciando a produção de silagem e propriedades químicas do solo na região dos Campos Gerais do Paraná**. 2005. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do solo) – Departamento de ciências agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SILVA, P.S.L. e. Época de semeadura e rendimento de espigas verdes de cultivares de milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v.47, n.270, p.189-200, 2000.

SINGH, R. H.; RAGHUBANSHI, A. S.; SINGH, J. S. Nitrogen mineralization in dry tropical savanna: Effects of burning and grazing. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 22, p. 835-838, 1991.

SIQUIERA, R. **Sistema de preparo em diferentes tipos de coberturas vegetais do solo**. 1999. 191. (Teses de Doutorado/ Energia na agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

SOARES, A. B.; RESTLE, J. Adubação nitrogenada em pastagem de triticle mais azevém sob pastejo com lotação contínua: Recuperação de nitrogênio e eficiência da produção de forragem. **Revista Brasileira Zootécnica**, v. 31, n. 1, p. 43-51, 2002.

SOARES, M. A. **Influência de Nitrogênio, Boro e Zinco e de suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho (*Zea mays* L.)**. 2003. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. p. 129-145.

SPAIN, J.M. & SALINAS, J.G. A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. In: Simpósio: reciclagem de nutrientes e agricultura de baixos insumos nos trópicos, **Anais...XXVI Reunião Brasileira da Fertilidade do Solo**- Ilhéus, BA, p.259-299, 1985.

SULC, R. M.; THOMISON, P. R.; WEISS, W. P. Reliability of Kernel Milkline Method for Timing Corn Silage Harvest in Ohio. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 9, p. 376-381, 1996.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 449-484.

THEISEN, G.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia-preta. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 35, n. 4, p. 753-756, 2000.

TOLLENAAR, M.; MIHAJLOVIC, M.; VYN, T. J. Corn growth following cover crops: influence of cereal cultivar, cereal removal, and nitrogen rate. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, p. 251-255, 1993.

TOURBIER, B.; ROHWEDER, D. A. Effect of stage of maturity, corn hybrid type, and population on corn silage moisture and quality. In: SYMPOSIUM OF THE AMERICAN FORAGE AND GRASSLAND COUNCIL. 1983. Eau Claire, Wisconsin. Proceedings... Lexington: AFGC, 1983. p. 23-26.

TRANI, P. E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C. **Análise foliar, amostragem e interpretação**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 18p.

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. **Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II – Efeitos da cobertura morta**. Planta Daninha, v. 22, n. 1, p. 1-10, 2004.

ULHOA, A. M. C. Utilização do nitrogênio fertilante por dois híbridos de milho. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 66 p.

VALENTINI, M. H. E. **Época de manejo químico de coberturas de solo para a cultura do feijoeiro em sistema plantio direto na palha**. 1999. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) – Departamento de ciências agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

VAN DILLEWIJN, C. **Botany of sugar cane**. Waltham: The Chronika Botanica 1952. 372 p.

VANBELLE, M., ARNOULD, R., DEWYSEN, A., MOREAU, I. **Inluilen een actueel probleem**. Leuven Iwonl, 1983. 81 p.

VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I. Plantas em desenvolvimento vegetativo. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 217-223, 2004.

VILELA, D. **Sistema de conservação de forragem**, 1) silagem. Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite, 1985. 15 p.

VILLELA, T.E.A. **Época de semeadura e de corte de plantas de milho para silagem**. 2001. 86f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras.

WASSINK, H. W. **Snijmaisvoeding**. Groep Landbouw van uitgeversmaatschappij C. Misset bv, BA, Doetinchem, 1989, 72 p.

WEEKS, M. E.; YEGIAN, H. M. The place of silage on a forage utilization program: research on production problems and evaluation. In: CONGRESSO INTERNATIONAL DE PASTAGENS, 9., 1965. São Paulo. Anais... São Paulo: Secretaria de agricultura do Estado de São Paulo, 1965. p. 589-94.

WHITEHEAD, D. C. The role of nitrogen in grassland productivity. Bull. 48. Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops., England: Hurley, 1970. p. 56-58.

WILDNER, L. P.; DADALTO, G. G. Adubos verdes de inverno para oeste catarinense. **Revista Agropecuária Catarinense**. Florianópolis, v. 5, p. 3-6, 1992.

WILKINSON, J.M. **The ensiling of forage maize**: effects on composition and nutritive value. forage maize. London: Agriculture Research Council, 1978. p. 201- 237.

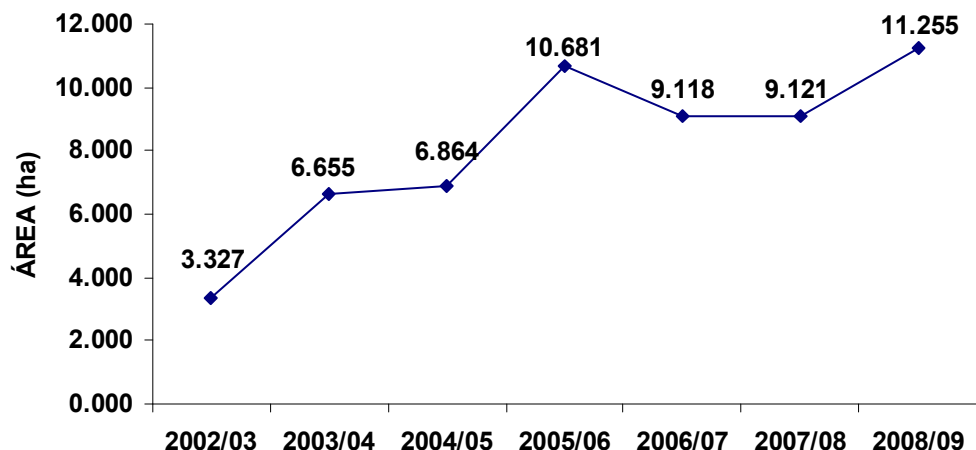
WILKINSON, S. R.; LOWERY, R. W. Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. In: BUTTLER, G. W.; BALLEY, R. W. (Eds.). **Chemistry and biochemistry of herbage**, v. 2. New York: Academic Press, 1973. p. 247-315.

WILSON, J. H.; CLOWES, M. S. T. J.; ALLISON, J. C. S. Growth and yield of maize at different altitudes in Rhodesia, **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 73, p. 77-84, 1973.

ZACARIAS, C. A. B. **Estimação de parâmetros genéticos e fenótipos em clones de cana de açúcar (*Saccharum spp*) e suas implicações no melhoramento**. 1977. 82 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1977.

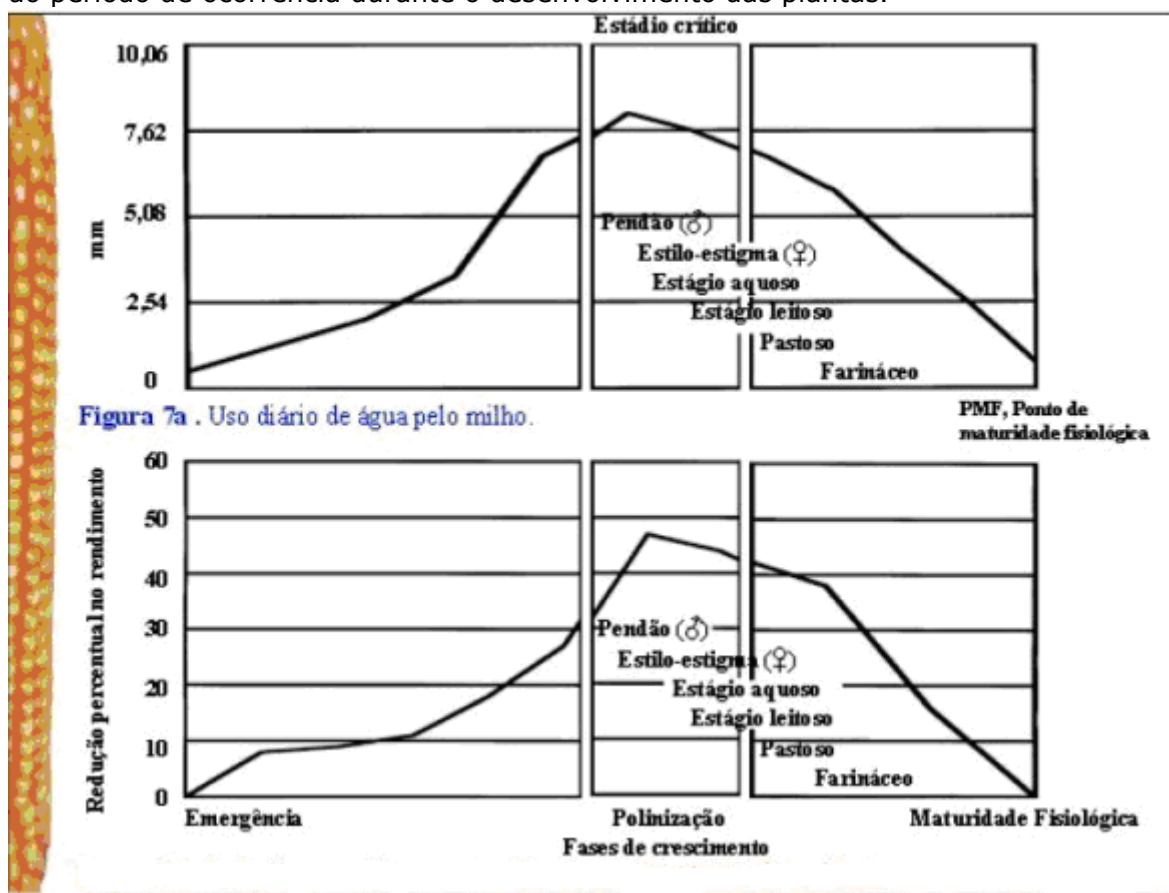
ANEXO 1 - Área ensilada nos Campos Gerais mais especificamente em Arapoti, Carambei e Castrolanda. Castro, Pr. 2009.

Área com Silagem de Milho



Fonte: Agrobanco
Fundação ABC, 02/2009

ANEXO 2 - O efeito do déficit hídrico sobre o rendimento de grãos de milho relacionado ao período de ocorrência durante o desenvolvimento das plantas.



Uso diário de água e redução do rendimento devido ao déficit hídrico, indicando períodos críticos durante o ciclo da cultura do milho. Modificado de Durães et al., (2005).